

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of The Art*

State of the art adalah penelitian yang berfungsi untuk analisa dan memperkaya pembahasan penelitian, serta membedakannya dengan penelitian yang sedang dilakukan. Berikut ini disertakan tiga jurnal penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini.

Tabel 2 . 1 Review Litelatur

Review Literatur Ke-1	
Judul Jurnal	Klasifikasi Golongan Kendaraan Berdasarkan Fitur Histogram of Oriented Gradients (HOG) Menggunakan metode K-Nearest Neighbors (K-NN) Berbasis Raspberry PI 3.[5]
Penulis	Lilo Nofrizal Akbar, Fitri Utaminingrum
Dipublikasikan	Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer Vol. 3, No. 9, September 2019, hlm. 8531-8538
Masalah Utama yang diangkat	Antrean yang terjadi pada saat melakukan pembayaran jalan tol, permasalahan tersebut terjadi salah satunya karena tidak adanya sistem yang secara otomatis melakukan klasifikasi terhadap kendaraan yang lewat pada jalan tol, sehingga kendaraan besar seperti truk yang dibedakan menjadi 5 golongan harus secara manual dibedakan oleh petugas pintu tol untuk membedakan golongannya, ini tentunya semakin menambah potensi kemacetan
Hasil Penelitian	Berdasarkan hasil yang didapatkan dari beberapa pengujian didapatkan kesimpulan sebagai berikut: 1. Nilai $k = 1$ merupakan nilai paling optimal dalam melakukan klasifikasi golongan kendaraan.

	<p>2. Sistem sudah dapat mengeluarkan hasil berupa klasifikasi golongan kendaraan pada layar LCD namun dengan frame rate yang masih tergolong rendah, ini dikarenakan proses klasifikasi dilakukan pada tiap frame video sehingga menyebabkan proses komputasi yang berat.</p> <p>3. Tingkat akurasi sistem yang didapatkan dalam melakukan klasifikasi tiap golongan kendaraan yaitu, 80% untuk golongan 1, 80% untuk golongan 2, 60% untuk golongan 3, 60% untuk golongan 4, 60% untuk golongan 5. Sehingga secara keseluruhan sistem memperoleh akurasi sebesar 68% dari perhitungan rata-rata penjumlahan akurasi tiap golongan kendaraan yang didapatkan dari 25 data pengujian, dengan tiap golongan kendaraan sebanyak 5 data pengujian</p>
Persamaan	Deteksi menggunakan metode KNN dan HOG
Perbedaan	Pada penelitian sebelumnya tidak menggunakan pembayaran golongan kendaraan sedangkan penelitian ini menggunakan pembayaran golongan kendaraan.
Review Literatur Ke-2	
Judul Jurnal	Deteksi dan Klasifikasi Kendaraan menggunakan Algoritma Backpropagation dan Sobel.[2]
Penulis	Rama Adistya, M. Aziz Muslim
Dipublikasikan	Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics ISSN: 2527-6212, Vol. 1 No. 2, pp. 65-73 2016
Masalah Utama yang diangkat	Kendaraan yang sering menumpuk di jalan raya dan dibutuhkan nya suatu alat klasifikasi kendaraan menggunakan algoritma backpropagation dan sobel
Hasil Penelitian	<p>Dari hasil perancangan, desain, analisa, implementasi dan pengujian sistem dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penggunaan metode Backpropagation dalam pengenalan golongan kendaraan menghasilkan akurasi yang tinggi pada pengenalan bentuk mobil dengan prosentase sebesar 94%. Terjadi error rasio sebesar 6% dikarenakan pencahayaan yang kurang. 2. Dalam penggunaan metode ini belum dapat mengenali jenis kendaraan secara spesifik. Hal ini

	<p>disebabkan karena ada beberapa jenis mobil memiliki variabel yang sama.</p> <p>3. Pengambilan data video dalam proses waktu capture pada malam hari masih ada yang salah. Ini dikarenakan kepadatan arus lalu lintas dan pencahayaan yang kurang. Keandalan perangkat sangat berpengaruh dalam hal ini</p>
Persamaan	Mengikat tema deteksi golongan kendaraan
Perbedaan	Penelitian sebelumnya menggunakan algoritma backpropagation sedangkan penelitian ini menggunakan sobel.
Review Literatur Ke-3	
Judul Jurnal	PENGOLAHAN CITRA DIGITAL UNTUK MENGLASIFIKASI GOLONGAN KENDARAAN DENGAN METODE PARAMETER DASAR GEOMETRIK.[6]
Penulis	Desy Agustin, Ratri Dwi Atmaja,S.T,M.T, Azizah,S.T,M.T
Dipublikasikan	e-Proceeding of Engineering : Vol.4, No.1 April 2017
Masalah Utama yang diangkat	Banyaknya kendaraan yang memasuki jalur tol yang tidak terklasifikasi jenisnya membuat kerusakan pada jalan tol tiap tahunnya tidak bisa terprediksi dengan kata lain perbaikan dalam jalan raya tol tidak dalam kurun waktu yang sesuai. Untuk itu diperlukan suatu kajian untuk meninjau kesesuaian pada kondisi saat ini. Dengan perkembangan teknologi informasi, hal tersebut dapat ditangani dengan sistem yang terhubung dengan beberapa kamera di beberapa titik. Kamera berfungsi untuk merekam dan memantau aktifitas pengendara, dan dapat disediakan sebuah komputer untuk menganalisa dan mengolah data video yang dihasilkan oleh kamera tersebut.
Hasil Penelitian	Pada tugas akhir ini telah dihasilkan sebuah aplikasi yang baik untuk mengklasifikasi kendaraan golongan kendaraan I, II, III dengan menggunakan ekstraksi ciri basic geometric parameters dan klasifikasi menggunakan algoritma k-nearest neighbor (k- NN). 2. Berdasarkan hasil pengujian, penggunaan metode ekstraksi ciri basic geometric parameters dan

	klasifikasi K-Nearest Neighbor (K-NN) menghasilkan akurasi 89 % untuk data uji.
Persamaan	Menggunakan metode K-NN untuk mengklasifikasikan kendaraan.
Perbedaan	Penelitian sebelumnya tidak menggunakan pembayaran sesuai golongan kendaraan sedangkan penelitian ini menggunakan pembayaran sesuai golongan kendaraan.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori merupakan penjelasan berbagai konsep dasar dan teori-teori yang berkaitan dalam pembangunan perangkat lunak purwarupa sistem pendeteksi golongan mobil untuk pembayaran tol.

2.2.1 Sistem Pendeteksi

Sistem pendeteksi adalah suatu kinerja dari program atau sebuah sistem yang membentuk sinergi untuk menghasilkan sebuah tujuan yang bermanfaat bagi penggunanya. Sistem pendeteksi akan terdiri dari beberapa alat yang mampu menangkap atau memperoleh suatu dari dari sebuah alat yang dijadikan sebuah tolak ukur. Deteksi dapat digunakan untuk berbagai masalah, dimana sebuah sistem akan mengidentifikasi masalah-masalah yang berhubungan atau yang dikenal sebagai sebuah indikasi. Tujuan dari pendeteksi adalah untuk memecahkan suatu masalah dengan berbagai cara tergantung dengan metode yang diterapkan sehingga dapat menghasilkan sebuah solusi.[7]

2.2.2 Golongan mobil

Di Indonesia ada 6 golongan kendaraan sesuai dengan ketetapan Menteri Pekerjaan Umum No.370/KTSP/m/2007 diantaranya adalah Golongan I: Sedan, jip, pickup/truk kecil dan bus, Golongan II: truk 2 gandar (truk engkel), Golongan III: truk 3 gandar (truk tronton), Golongan IV: truk 4 gandar (truk trinton), Golongan V: truk 5 gandar (truk gandeng, truk trailer) Dan Golongan VI: kendaraan roda dua.[8] Dalam penelitian ini golongan kendaraan yang digunakan dari golongan I sampai dengan golongan V.

Adapun aturan pentarifan di jalan tol saat ini dibagi ke dalam lima golongan. Penggolongan kendaraan sendiri berdasarkan jumlah as roda dari kendaraan tersebut. Golongan I adalah kendaraan dinas, sedan, dan kendaraan ber as roda dua non muatan. Golongan II adalah kendaraan ber as roda dua bermuatan berat. Golongan III adalah golongan kendaraan ber as roda tiga. Golongan IV adalah kendaraan ber as roda empat. Golongan V adalah kendaraan ber as roda lebih dari empat. Khusus untuk bus berdasarkan peraturan terbaru pentarifan tol, bus dimasukkan ke dalam golongan I.[9]

2.2.3 E - Money

Uang Elektronik atau E-Money merupakan alat pembayaran yang menggunakan media elektronik, yaitu jaringan komputer dan juga internet. Nilai uang dari nasabah tersimpan dalam media elektronik tertentu. E-Money sering pula disebut dengan Electronic Cash, Digital Money, Digital Cash, Electronic Currency ataupun Digital Currency.[10]



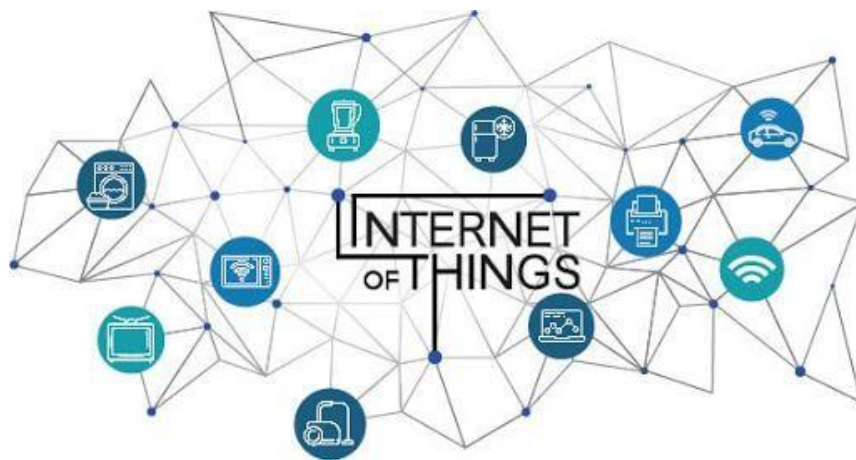
Gambar 2 . 1 E – money

Uang elektronik ini muncul dalam bentuk smart card yaitu penggunaan chip pada sebuah kartu. Penggunaan smart card ini sangat praktis yaitu dengan mengisi chip dengan sejumlah uang tertentu yang dikehendaki dan selanjutnya

menggunakannya untuk transaksi. Pembayaran tol menggunakan E-Money diharapkan dapat menjadi solusi antrian pengendara di gerbang tol. Untuk mewujudkan hal tersebut tentunya pihak pengelola tol tidak dapat melaksanakannya sendiri, dibutuhkan sinergitas antara pihak pengelola tol dengan perbankan.[10]

2.2.4 *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) merupakan suatu jaringan sistem komputasi yang saling terkait antara mesin mekanik dan digital, objek, serta manusia maupun hewan yang dilengkapi dengan suatu penanda yang unik atau disebut dengan UID (Unique Identifiers) dan memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan internet tanpa memerlukan campur tangan manusia untuk interaksinya karena komponen-komponen yang ada saling terhubung melalui jaringan internet dan dapat mengirimkan data secara realtime.[11]



Gambar 2 . 2 Internet of Things

2.2.5 *Raspberry*

Raspberry Pi adalah sebuah komputer kecil sebesar kartu kredit yang memiliki prosesor, RAM dan hardware port seperti yang dimiliki komputer pada umumnya. Raspberry Pi adalah sebuah SBC (Single Board Computer) seukuran kartu kredit yang dikembangkan oleh Yayasan Raspberry Pi di Inggris (UK) dengan maksud untuk memicu pengajaran ilmu komputer dasar di sekolah-sekolah. Raspberry Pi diperkenalkan pada tahun 2012 dan memiliki Processor bernama

Broadcom BCM2835 system on chip (SOC) yang telah memiliki ARM1176JZF-S 700 MHz CPU, untuk Graphics telah disertakan VideoCore IV GPU, serta telah memiliki ram sebesar 256MB untuk model A, dan telah ditingkatkan ke 512 MB untuk model B dan B+ pada generasi pertama. Sedangkan untuk generasi kedua Raspberry Pi, dimana diperkenalkan pada Februari 2015 memiliki Processor Broadcom BCM2836 SoC, dengan Processor quad-core ARM Cortex-A7 CPU dan sebuah VideoCore IV dual-core GPU; serta memiliki ram sebesar 1 GB. System on Chip yang dipakai oleh Raspberry Pi diciptakan oleh Boradcom, dan menggunakan arsitektur ARM. Arsitektur ARM merupakan arsitektur prosesor 32-bit RISC yang dikembangkan oleh ARM Limited. Dikenal sebagai Advanced RISC Machine dimana sebelumnya dikenal sebagai Acorn RISC Machine. Pada awalnya merupakan prosesor desktop yang sekarang didominasi oleh keluarga x86.[12]



Gambar 2 . 3 Raspberry

2.2.6 *RFID Reader*

RFID (*Radio Frequency Identification*) merupakan teknologi digital dalam bentuk tag dan reader yang berbasis jaringan wireless (gelombang radio) untuk proses transfer data, identifikasi objek dan informasi elektronik lainnya.[13] Gambar RFID reader dan Tag RFID dapat dilihat pada Gambar 2.4 RFID RC522



Gambar 2 . 4 RFID

Pada sistem RFID umumnya, tag atau transponder ditempelkan pada suatu objek. Setiap tag dapat membawa informasi yang unik, di antaranya: serial number, model, warna, tempat perakitan, dan data lain dari objek tersebut. Ketika tag ini melalui medan yang dihasilkan oleh pembaca RFID yang kompatibel, tag akan mentransmisikan informasi yang ada pada tag kepada pembaca RFID, sehingga proses identifikasi objek dapat dilakukan .[14]

2.2.7 Pi Camera

Modul Pi Camera merupakan salah satu accessories pendukung Raspberry Pi keluaran distributor RS Components & Premier Farnell / Element 14. Kamera berukuran 5mp ini dilengkapi dengan kabel datar fleksibel yang berfungsi untuk dihubungkan pada konektor CSI yang terletak antara port ethernet dan port HDMI pada Raspberry Pi. Pada sistem operasi Raspbian, mengaktifkan pi camera dapat dilakukan dengan melakukan install dan upgrade versi terbaru dari Raspbian OS, kemudian jalankan Raspi-config dan pilih Camera Option. Pi Camera dapat mengambil gambar dengan ukuran 1080p, 720p dan merekam video dengan ukuran sebesar 640x480p. Pi Camera memiliki dimensi 25mm x 20mm x 9mm. Kamera ini dapat bekerja dengan semua model Raspberry Pi 1, 2 dan 3. Dapat diakses melalui MMAL dan API V4L, juga terdapat banyak sekali third-party libraries yang mendukung, termasuk Pi Camera Python library.[15]


```
print("Python sangat simpel")
```

Gambar 2 . 6 Contoh bahasa Python

2.2.9 OpenCV

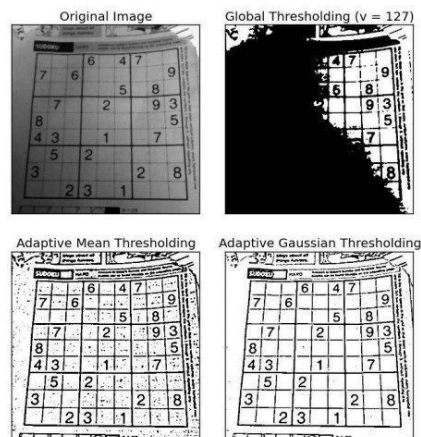
Pada penelitian ini OpenCV digunakan sebagai library untuk mengolah citra atau *image* yang ada pada sistem. Library OpenCV akan diintegrasikan dengan bahasa pemrograman python yang berada dalam raspberry pi. OpenCV (*Open Source Computer Vision Library*) adalah perpustakaan komputer *open source* visi dan perangkat lunak pembelajaran. OpenCV dibangun untuk menyediakan infrastruktur umum untuk aplikasi visi komputer dan untuk mempercepat penggunaan persepsi mesin dalam produk komersial. Menjadi produk berlisensi BSD, OpenCV memudahkan bisnis untuk memanfaatkan dan memodifikasi.[17]



Gambar 2 . 7 OpenCV

2.2.10 Threshold

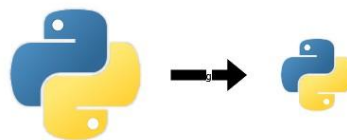
Threshold yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu, nilai batas yang ditentukan untuk melakukan konversi citra dari grayscale menjadi binary. Jika nilai dari suatu pixel lebih kecil dari nilai threshold, pixel tersebut akan diberi nilai 0, sebaliknya jika nilai pixel sama atau di atas nilai threshold, pixel akan diberi nilai maksimal. Hasil proses threshold ditunjukkan seperti pada Gambar 2.8.[18]



Gambar 2 . 8 Threshold

2.2.11 *Resize*

Resize merupakan proses mengubah dimensi gambar baik lebar, tinggi, ataupun keduanya, juga aspek rasio dari gambar asli dapat dipertahankan pada gambar hasil resize. Hasil proses resize ditunjukkan seperti pada Gambar 2.9.[19]

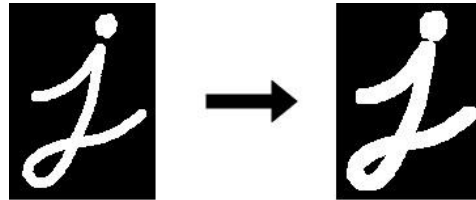


Gambar 2 . 9 Resize

2.2.12 *Dilate*

Dilasi merupakan teknik untuk memperbesar objek pada gambar sesuai dengan bentuk objek aslinya. Operasi ini melibatkan proses konvolusi dari suatu gambar dengan suatu kernel, yang dapat memiliki berbagai bentuk atau ukuran, tapi biasanya berbentuk persegi dan lingkaran. Kernel tersebut memiliki titik pusat, biasanya berada di pusat kernel. Proses berjalan dengan melakukan pemindaian kernel terhadap gambar, kemudian menghitung nilai pixel maksimal yang bertindihan (overlapped) dengan kernel dan mengganti pixel gambar yang berada

pada titik pusat dengan nilai maksimal tersebut. Hasil proses dilasi ditunjukkan seperti pada Gambar 2.10.[20]



Gambar 2 . 10 Dilasi

2.2.13 Konversi Warna

Konversi warna merupakan proses mengubah suatu satuan warna ke satuan warna lain. Dalam penelitian dilakukan konversi warna RGB ke grayscale, dan RGB kebinary.

a. RGB ke grayscale

Konversi warna dari RGB ke grayscale dilakukan dengan mengubah dari sebelumnya 3 channel warna red, green, blue, menjadi 1 channel warna abu-abu. Pada Persamaan 2.2 memperlihatkan persamaan untuk mengubah satuan warna dari RGB ke grayscale.[21]

$$\text{RGB}[A] \text{ to Gray} : Y \leftarrow 0.299 \cdot R + 0.587 \cdot G + 0.114 \cdot B \quad (2.1)$$

Keterangan 2.1 :

R : Nilai intensitas merah

G : Nilai intensitas hijau

B : Nilai intensitas biru

2.2.14 Kontur

Kontur yaitu sekumpulan titik yang dihubungkan oleh garis sepanjang batas luar yang memiliki intensitas warna yang sama. Kontur merupakan alat yang berguna untuk analisis bentuk, deteksi dan pengenalan objek.[22]

2.2.15 *Smoothing*

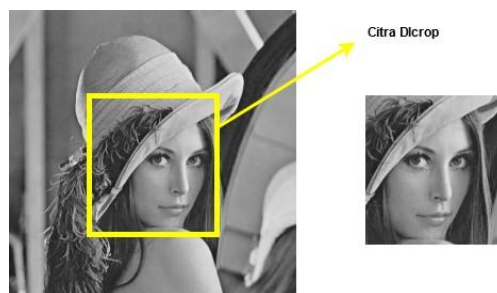
Smoothing atau juga disebut blurring merupakan operasi yang sering dipakai dalam image processing. Dalam penelitian ini smoothing digunakan untuk tujuan mengurangi noise pada gambar dengan menggunakan Gaussian filter, yaitu dengan melakukan konvolusi pada tiap titik pada masukan array (pixel masukan) dengan Gaussian kernel dan kemudian dijumlahkan semua untuk menghasilkan keluaran array (pixel keluaran).[23] Hasil proses blurring ditunjukkan seperti pada Gambar 2.11



Gambar 2 . 11 Smoothing

2.2.16 *Cropping*

Cropping atau proses memotong pada gambar bertujuan untuk membuang bagian gambar yang tidak diinginkan, dan menyisahkan bagian yang diinginkan.[24] Pada Gambar 2.12 ditunjuk kan contoh gambar yang dilakukan proses cropping.



Gambar 2 . 12 Cropping Citra

2.2.17 Bounding

Bounding merupakan fitur pada OpenCV yang digunakan untuk memberi border dapat berupa persegi atau lingkaran pada region of interest (ROI) yang kita inginkan. Pada penelitian ini digunakan fungsi *straight bounding rectangle*, dimana akan dilakukan bounding terhadap objek tanpa memperhatikan rotasi dari objek tersebut.[25] Hasil proses bounding ditunjukkan seperti pada Gambar 2.13.



Gambar 2 . 13 Bounding

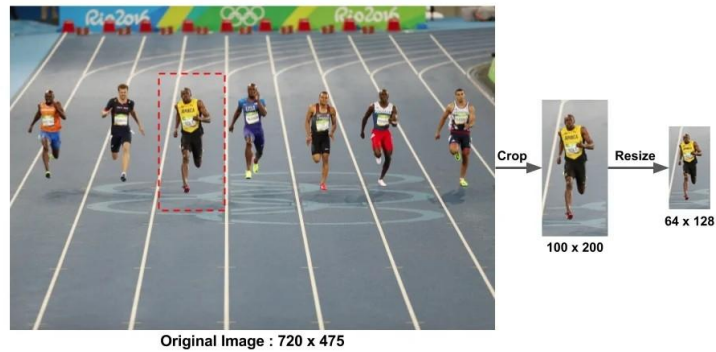
2.2.18 Background Subtraction

Background subtraction merupakan teknik preprocessing yang penting dalam kebanyakan aplikasi berbasis vision. Teknik ini digunakan untuk mendapatkan objek foreground yang terdapat pada background, dengan cara mengurangkan gambar yang terdapat objek dengan gambar background yang tidak terdapat objek, maka akan didapatkan gambar hanya objek foreground tanpa terdapat background.[26]

2.2.19 Histogram of Gradient

Histogram of Oriented Gradients (HOG) adalah feature descriptor yang digunakan pada bidang teknologi computer vision dan image processing untuk keperluan deteksi objek. Histogram of Oriented Gradient (HOG) adalah feature descriptor yang digunakan pada bidang teknologi computer vision dan image processing untuk mengenali tampilan lokal dari objek. Teknik pada HOG melakukan perhitungan orientasi gradien pada bagian gambar yang akan dicari fitur HOG-nya. Metode HOG memiliki keuntungan fleksibilitas jika dibanding metode

lain, karena pada metode ini mengacu pada feature based yang melihat tampilan lokal serta melihat objek yang terdapat pada gambar yang berdasar pada intensitas dan distribusi gradient.[27]



Gambar 2 . 14 Pemotongan objek pada gambar untuk menentukan Region of Interest (ROI)

Kemudian dihitung nilai gradient horizontal dan vertical-nya dengan cara melakukan filter pada gambar menggunakan kernel, kernel filter biasanya menggunakan operator Sobel, seperti ditunjukkan Persamaan 2.2

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 & -2 & 0 & +2 & -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} +1 & +2 & +1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Keterangan Persamaan 2.2 :

G_x = matriks operator Sobel sisi horizontal

G_y = matriks operator Sobel sisi Vertical

Kemudian setelah mendapatkan nilai gradient horizontal dan vertical, dicari nilai gradient magnitude menggunakan Persamaan 2.4 dimana G_x = matriks operator Sobel sisi horizontal, dan G_y = matriks operator Sobel sisi vertical. Kemudian nilai gradient direction dicari menggunakan Persamaan 2.5 dimana G_x = matriks operator Sobel sisi horizontal, dan G_y = matriks operator Sobel sisi vertical.

$$g = \sqrt{g_x^2 + g_y^2} \quad (2.3)$$

Keterangan Persamaan 2.3

g = gradient magnitude

g_x = matriks operator sobel sisi horizontal.

g_y = matriks operator sobel sisi vertical.

$$\Theta = \arctan \frac{g_y}{g_x} \quad (2.4)$$

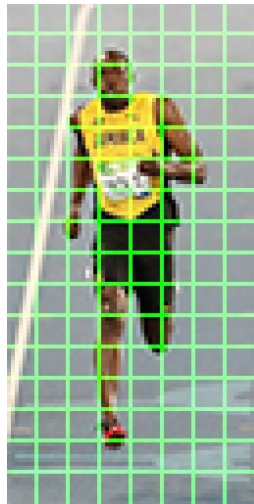
Keterangan Persamaan 2.4 :

Θ = gradient orientation.

g_x = matriks operator sobel sisi horizontal.

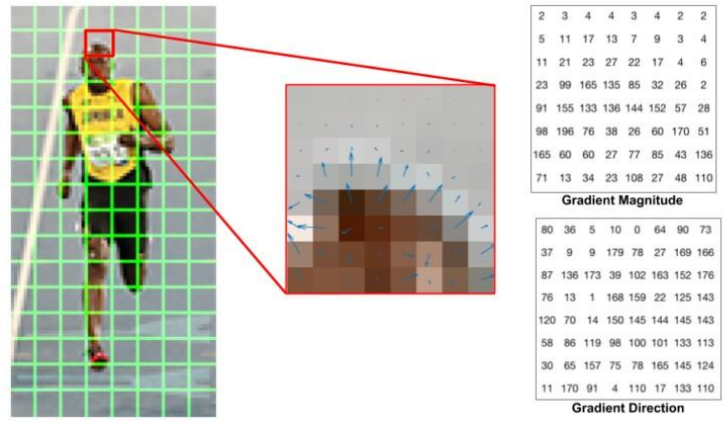
g_y = matriks operator sobel sisi vertical.

Proses selanjutnya mencari histogram gradien dari tiap sel berukuran 8x8 pixel, pada tahap ini gambar dibagi menjadi banyak sel berukuran 8x8 pixel seperti pada Gambar 2.15



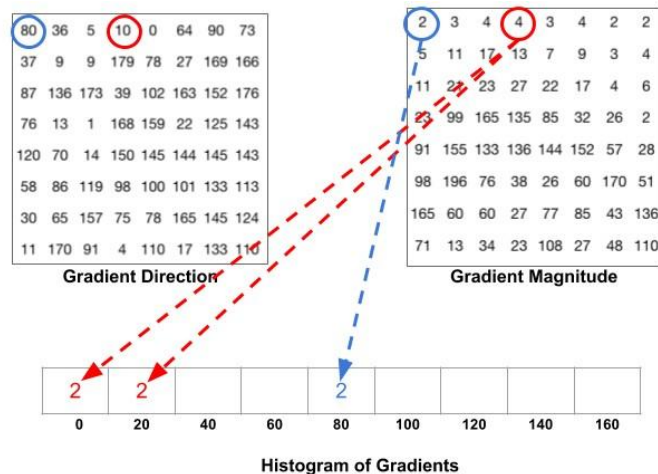
Gambar 2 . 15 Sel berukuran 8x8 pixel pada gambar

Tiap sel memiliki $8 \times 8 \times 3 = 192$ nilai piksel, gradien pada tiap sel memiliki dua nilai yaitu direction, dan magnitude seperti pada Gambar 2.16



Gambar 2 . 16 Nilai gradient direction dan gradient magnitude pada tiap sel

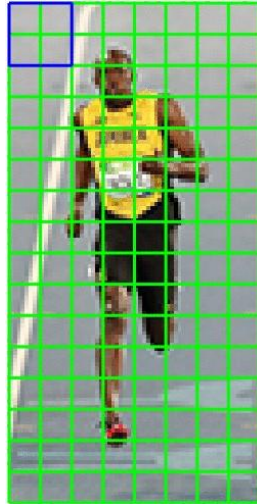
Histogram biasanya berupa bin yang berjumlah 9 buah bernilai 0°, 20°, 40°, 60°, 80°, 100°, 120°, 140°, 160°, tiap bin selisih 20°. Nilai direction pada tiap piksel menentukan masuk kedalam bin mana dan nilai magnitude menjadi bobot pada bin, contohnya pixel yang memiliki nilai gradient magnitude 2 dan gradient direction 80° akan masuk kedalam bin 80° ditunjukkan dengan panah biru, sedangkan pixel yang memiliki nilai gradient magnitude 4 dan gradient direction 10° akan masuk kedalam bin 0° dan 20° ditunjukkan dengan panah merah seperti pada Gambar 2.17.



Gambar 2 . 17 Bin Histogram of Gradient

Dalam memasukkan nilai pada bin, jika nilai direction lebih dari 160° (160°-180°). Sebagai contoh pixel dengan nilai gradient direction 165° akan berkontribusi

Setelah dilakukan perhitungan histogram pada semua sel, selanjutnya akan digabungkan tiap sel untuk membentuk sebuah blok 16x16 pixel seperti pada Gambar 2.20 yang terdiri dari 4 histogram.



Gambar 2 . 20 Blok 16 x 16 yang terdiri dari 4 sel

Setelah itu blok tersebut dilakukan normalisasi dengan Persamaan 2.6. Sehingga didapatkan 36 x 1 elemen vektor tiap window, dan proses tersebut berulang sampai semua sel ternormalisasi.[28]

$$\|x\|_2 := \sqrt{x^2_1 + \dots + x^2_n} \quad (2.6)$$

Keterangan persamaan 2.6 :

X = fitur histogram vektor

2.2.20 *K- Neart Neighbors*

K-Nearest Neighbors (K-NN) termasuk pada kelompok algoritma pembelajaran instance-based learning yang membandingkan data baru terhadap data latih yang disimpan pada memori. K-NN melakukan klasifikasi dengan memproyeksikan data baru terhadap sekumpulan data pembelajaran pada ruang berdimensi banyak. Ruang ini dibagi menjadi beberapa dimensi yang merepresentasikan fitur dari data pembelajaran. Setiap data pembelajaran

direpresentasikan dengan titik data pada ruang berdimensi banyak. Selanjutnya klasifikasi data baru dilakukan dengan menghitung jarak terdekat antara titik data baru dengan data pembelajaran, misal nilai $k=3$ maka sebanyak 3 titik data terdekat dengan data baru dilakukan voting, kelas dengan jumlah voting terbanyak/yang paling dominan dapat merepresentasikan kelas dari data baru. Teknik dalam menentukan titik data tetangga terdekat secara umum dilakukan dengan menggunakan formula jarak Euclidean .[4]

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (2.7)$$

Keterangan Persamaan 2.7 :

d = jarak *Euclidean*.

x = nilai sumbu x .

y = nilai sumbu y .