

Pelacakan Benda Bergerak Menggunakan Metode Mean-Shift dengan Perubahan Skala dan Orientasi

(Moving objects tracking using mean-shift method with scale and orientation changes)

Muhammad Izzuddin Mahali*¹, Agus Harjoko²

^{1,2}Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: *izzuddin@mail.ugm.ac.id, aharjoko@ugm.ac.id

Abstrak

Pelacakan benda bergerak atau object tracking merupakan suatu proses mengikuti posisi obyek di dalam suatu citra. Algoritma mean-shift adalah salah satu algoritma pelacakan obyek yang sering digunakan dalam proses pelacakan obyek. Algoritma mean-shift merupakan algoritma non-parametric yang efektif dan cepat akan tetapi belum mampu untuk mengikuti sebuah obyek yang mengalami perubahan ukuran dan perubahan orientasi. Pada penelitian ini dilakukan pengembangan metode mean-shift klasik yang mampu menangani pelacakan obyek yang mengalami perubahan skala dan orientasi. Dengan bobot gambar yang berasal dari target obyek dan target kandidat obyek dapat merepresentasikan kemungkinan wilayah tersebut merupakan target obyek. Pelacakan obyek menggunakan algoritma mean-shift menggunakan momen orde ke nol dan ke satu dari bobot gambar. Dengan momen orde ke nol dan koefisien Bhattacharyya antara target model dengan target kandidat model dapat digunakan untuk menentukan perubahan ukuran dan orientasi obyek target.

Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan obyek tracking dari beberapa sample video di dapatkan. Dari hasil pengujian sistem Untuk parameter input dengan increment area 5 hasil yang di dapatkan adalah 61,53% berhasil, 15,38% berhasil sebagian. Dan 23,07% gagal. Sedangkan untu parameter input dengan increment 10 hasil yang di dapatkan adalah 76,92% berhasil, 7,69% berhasil sebagian dan 23,07% gagal. Tingkat keberhasilan dalam mengenali obyek target menjadi meningkat ketika parameter input increment area dinaikkan akan tetapi terjadi penambahan waktu pelacakan. Semakin besar wilayah target obyek yang dilacak maka waktu yang dibutuhkan untuk pelacakan juga semakin bertambah.

Kata kunci: mean-shift, orientasi, pelacakan, skala, video

Abstract

Object tracking is a process to follow the position of objects in an image. The mean-shift algorithm is one object tracking algorithm that is often used in the process of tracking an object. The mean-shift algorithm is a non-parametric algorithm is effective and fast but have not been able to follow an object that scale and orientation changes. In this research, the development of methods of classical mean-shift object tracking that is capable of handling the scale and orientation changes. With weights derived an image of the target object and the target object candidate to represent the possibility of the region is the target object. Object tracking using mean-shift algorithm uses zero order moments and the first order moment of the weight image. With the zero order moments and the Bhattacharyya coefficient between the target models and candidate, models can be used to determine changes in the scale and orientation of the target object.

The test results showed a success rate of tracking objects in getting some sample videos. From the test results for the system with the input parameter are an increment five results in successful get is 61.53%, 15.38% partly successful. And 23.07% failed. As for the input parameter with ten increment results in successful get is 76.92%, 7.69% and 23.07% successful partly failed. The level of success in recognizing a target object to be increased when the input parameter are an increment will be increased but the addition of time tracking. The larger the area of the target object to be tracked then the time required for tracking is also increasing.

Keywords: mean-shift, orientation, scale, tracking

1. Pendahuluan

Human vision sangat kompleks, manusia melihat obyek dengan indera penglihatan (mata), kemudian citra obyek diteruskan ke otak untuk diinterpretasikan sehingga manusia mengerti obyek apa yang tampak dalam pandangan matanya. Hasil interpretasi ini dapat digunakan pada proses pengambilan keputusan. *Computer vision* merupakan proses otomatis menginterpretasikan sejumlah besar proses untuk persepsi visual, seperti akusisi, pengolahan citra, klasifikasi, pengenalan (*recognition*), dan membuat keputusan, dengan demikian *computer vision* terdiri atas teknik-teknik estimasi ciri-ciri obyek di dalam citra, pengukuran yang berkaitan dengan geometri obyek, dan menginterpretasikan informasi geometri obyek tersebut.

Beberapa bidang tertentu membutuhkan sistem *object tracking* untuk memecahkan beberapa permasalahan. Dalam permainan sepak bola pandangan mata seorang wasit terkadang terkabur karena jarak wasit dan kecepatan bola. Semakin jauh jarak wasit dengan bola, ketelitian pengamatan seorang wasit akan semakin berkurang. Demikian halnya untuk kecepatan, semakin cepat bola meluncur ketelitian penghilatan seorang wasit juga semakin berkurang. Dalam beberapa pertandingan terkadang terjadi kontroversial akibat keputusan wasit yang tidak sesuai dengan pengamatannya contohnya keputusan seorang wasit terhadap terjadinya sebuah gol saat bola berada di atas garis gawang dan berhasil di halau seorang kiper.

Pelacakan benda (*object tracking*) adalah proses mengikuti posisi dari suatu objek yang diinginkan. Pelacakan objek merupakan tugas penting dalam bidang *computer vision*. Ini bertujuan untuk mencari benda yang bergerak menggunakan kamera dalam beberapa waktu. Sebuah algoritma menganalisis frame video dan output lokasi target bergerak dalam frame video. Jadi dapat didefinisikan sebagai proses segmentasi objek yang menarik dari adegan video dan melacak, orientasi gerakannya, oklusi dalam rangka untuk mengekstrak informasi yang berguna dengan menggunakan beberapa algoritma. Tugas utamanya adalah untuk menemukan dan mengikuti obyek yang bergerak dalam urutan gambar.

Dalam algoritma mean-shift klasik pengukuran terhadap perubahan skala dan perubahan orientasi dari pelacakan benda masih belum terpecahkan meskipun, algoritma camshift sebagai algoritma yang lebih dahulu digunakan sebelum mean-shift untuk basis pelacakan, dapat digunakan secara aktual dalam mencari pergerakan suatu obyek. Dalam camshift, momen dari bobot gambar didefinisikan oleh obyek sasaran dan digunakan untuk menghitung skala (juga disebut dengan area) dan orientasi dari obyek yang dilacak.

Berbasis pada penelitian yang dilakukan oleh Comaniciu dkk. (2003). Dimana diajukan sebuah metode untuk memecahkan problem skala dari object tracking dan perhitungan orientasinya. Pada penelitian Collins (2003) mengadopsi teori skala untuk kernel pemilihan skala dalam mean-shift berbasis pelacakan Blob. Namun metode ini tidak mampu untuk menangani sebuah obyek apabila obyek tersebut melakukan rotasi. Algoritma EM-Shift yang di usulkan oleh Zivkovic dan Kröse (2004) pada penelitiannya secara simultan melakukan perhitungan lokasi target pada mode lokal dan kovarian matrix yang dapat memperkirakan gambar bentuk target pada mode lokal. Dalam penelitian yang dilakukan Quast dan Kaup (2009), penelitian dengan metode *distance transform*, kernel asymmetric digunakan untuk mengetahui bentuk sebenarnya dari obyek target melalui adaptasi skala yang diikuti proses segmentasi. Dalam penelitian Hu dkk. (2008) mengembangkan skema untuk memperkirakan perubahan skala dan orientasi dari obyek target menggunakan fitur spacial-color dan fungsi pengukuran novel similarity.

Dari berbagai jenis pengembangan dari metode mean-shift sederhana yang sudah dilakukan, penulis ingin mengusulkan pengembangan metode mean-shift sederhana dengan adaptasi untuk menangani perubahan skala dan orientasi yang baru.

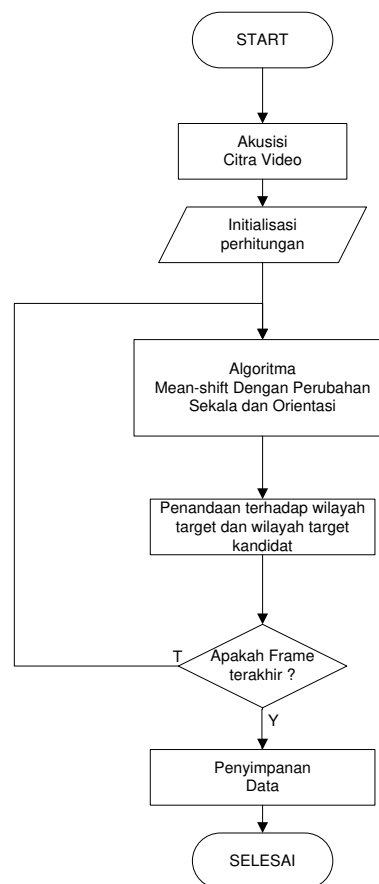
2. Metode Penelitian

Alur penelitian pada Gambar 1 bertujuan untuk mempermudah pemahaman terhadap jalannya penelitian tentang pelacakan benda bergerak. Gambar 1 merupakan diagram utama dari mean-shift. Proses akusisi citra dalam penelitian ini adalah proses pemilihan video yang sudah disimpan dalam media penyimpanan sebelumnya dengan format AVI. Akusisi Citra Video dalam penelitian ini menghasilkan beberapa parameter mengenai detail video yaitu : jumlah frame, frame rate dan ukuran video

Proses inialisasi perhitungan yaitu perhitungan awal sebelum proses pelacakan dilaksanakan. Proses inialisasi perhitungan meliputi perhitungan bobot wilayah target obyek yang sudah dipilih pada proses akusisi citra video. Selain perhitungan bobot ditentukan wilayah yang dimungkinkan terdapat obyek target pelacakan, wilayah ini didapatkan dari hasil perluasan wilayah target obyek pada frame pertama. Seting ukuran frame video hasil akusisi video digunakan pada inialisasi perhitungan termasuk nilai *frame rate*.

Perluasan lokasi target yang ditemukan adalah hasil dari perluasan covarian matrik dari target obyek hasil pencarian pada frame. Perluasan wilayah dari target obyek menggunakan parameter input dalam sistem. Hasil dari perluasan wilayah target obyek menggunakan parameter input perluasan digunakan sebagai wilayah target kandidat pada proses perhitungan frame berikutnya.

Untuk mengetahui wilayah target obyek dan target kandidat dalah hasil video dilakukan penandaan terhadap ROI dari wilayah target dan wilayah target kandidat. Penandaan ini menghasilkan bidang ellipese yang berbeda warna dalam hasil dari pelacakan sistem.

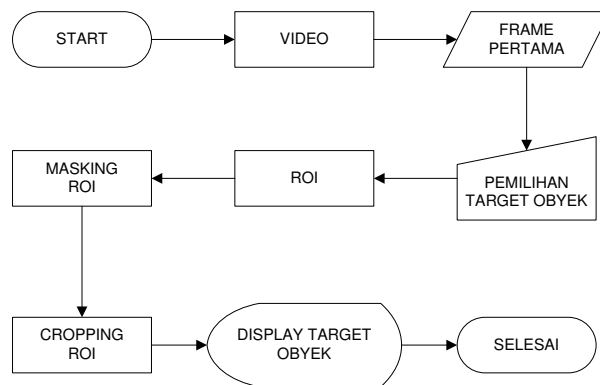


Gambar.1 Diagram utama penelitian

2.1 Akuisisi Citra

Pengambilan citra (*capture*) dilakukan *frame per frame(sequence)* dengan input video dengan format AVI. Proses akuisisi citra ini dilakukan dengan membuka file video dengan format AVI yang sudah disimpan sebelumnya di dalam media penyimpanan.

Salah satu proses yang harus dilakukan sebelum pelacakan obyek ini dilakukan adalah mengidentifikasi obyek yang akan dilacak ditunjukkan pada Gambar 2. Berbagai macam obyek bisa terdapat di dalam sebuah frame video. Penentuan suatu obyek yang nantinya kan menjadi obyek pelacakan dilakukan secara manual dengan pemilihan wilayah obyek yang berada dalam frame video pertama. Pemilihan obyek pelacakan dilakukan pada frame yang pertama. Wilayah obyek benda yang akan dilacak berbentuk polygon. Region of interest (ROI) diperoleh dari hasil cropping wilayah yang sudah dipilih menggunakan input pemilihan manual menggunakan mouse. Setelah ROI terpilih, wilayah yang bukan wilayah ROI akan ditutup kemudian dilakukan cropping wilayah ROI dalam wilayah dimensi persegi. Hasil dari *cropping* akan di tampilkan dalam sistem.

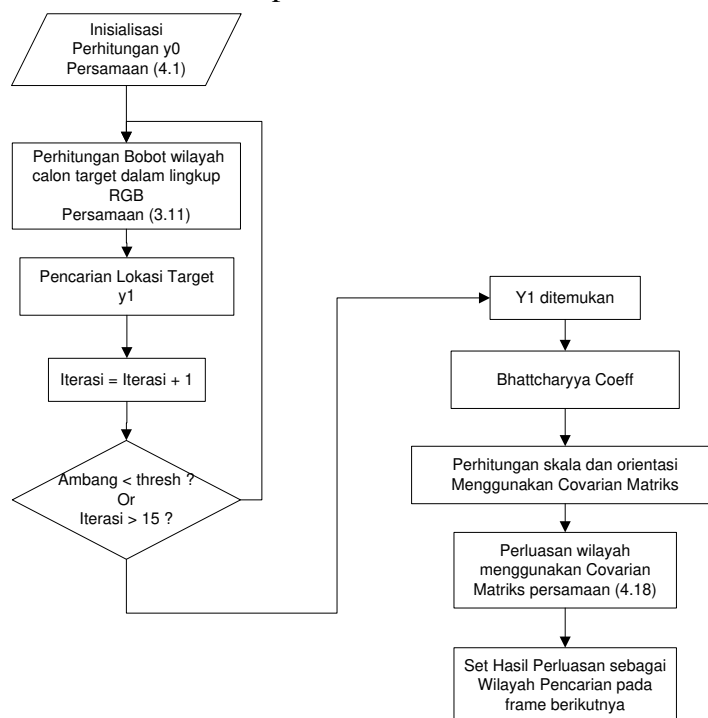


Gambar 2. Akusisi Citra

2.2 Pelacakan Obyek

Terdapat perubahan algoritma dari algoritma asli dari algoritma mean-shift. Perubahan algoritma dengan menambah algoritma untuk penentuan target kandidat yang berasal dari wilayah target yang dilakukan perluasan. Selain itu perkiraan skala dan orientasi dari obyek target yang ditemukan disisipkan setelah obyek target ditemukan. Berikut ini adalah flowchart mean-shift dengan perubahan skala dan orientasi.

Inisialisai perhitungan target model $\hat{q}$ adalah perhitungan bobot wilayah Obyek yang digunakan sebagai acuan pencarian calon target obyek pada seluruh frame. dan inisialisasi posisi y_0 dari target model kandidat dalam frame sebelumnya. Onitialisasi posisi ini adalah titik pusat ROI dari target obyek. Penentuan ROI sebelum proses pelacakan dilakukan input manual untuk frame pertama kali.



Gambar 3. Algoritma Pelacakan Obyek

Inisialisasi jumlah iterasi menjadi 0

Perhitungan target kandidat dalam frame saat ini $\hat{p}(y_0)$ bertujuan untuk penentuan wilayah yang dimungkinkan suatu target pelacakan. Perhitungan bobot target yang mungkin menjadi wilayah target sasaran dalam lingkup RGB. Pada proses ini wilayah yang akan dihitung adalah seluruh wilayah target kandidat yang mungkin menjadi lokasi pusat wilayah target. Bobot vektor $\{w_i\}_{i=1...n}$ merupakan bobot vektor dari wilayah target kandidat. Perhitungan bobot vektor ini digunakan untuk mencari obyek target sasaran.

Perhitungan posisi yang baru y_1 dari target kandidat model

Jika perbedaan posisi target model pada frame sebelumnya dengan frame saat ini melebihi nilai error threshold dilanjutkan step berikutnya atau jumlah iterasi mencapai 15 kali. Jika tidak lompat ke step 2. Pada proses ini adalah penentuan dari dimana letak obyek target berada. Dengan pencarian nilai ambang yang kecil kemungkinan suatu wilayah target kandidat adalah target obyek yang dicari sangatlah besar oleh karena itu pada proses ini penentuan suatu wilayah dengan menggunakan nilai ambang. Nilai ambang yang di hasilkan dari perhitungan target obyek dengan wilayah calon target obyek lebih besar dari nilai ambang. Proses pencarian obyek hanya dilakukan sampai dengan 15 kali pencarian. Hal ini merupakan pembatasan apabila pencarian calon target obyek terjadi terus menerus.

Perhitungan koefisien Bhattacharyya dilakukan setelah lokasi target kandidat obyek yang mirip dengan target obyek ditemukan dengan menggunakan persamaan

Perhitungan lebar, tinggi dan orientasi dari target kandidat model dilakukan menggunakan covarian matriks. Dimana setelah target obyek di temukan di dapatkan titik pusat dari obyek yang ditemukan. Kemudian dengan selisih titik pusat target obyek yang baru dengan target obyek sebelumnya dapat digunakan untuk menentukan ukuran panjang dan lebar axis dari wilayah obyek yang nantinya dapat digunakan sebagai perhitungan wilayah dalam kernel ellipse. Perkiraan inisialisasi target kandidat untuk frame berikutnya.

3. Hasil Dan Pembahasan

Pembahasan terhadap hasil penelitian akan dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap sistem sebagaimana tujuan penelitian yaitu menerapkan metode meanshift untuk melacak suatu benda bergerak, serta mengadaptasi metode tersebut supaya mampu melakukan pelacakan walaupun obyek tersebut mengalami perubahan ukuran karena perubahan jauh dekatnya pandangan camera dengan obyek maupun perubahan arah karena pergerakan obyek tersebut sehingga diharapkan hasil pengujian mengarah ke tujuan yang ingin dicapai.

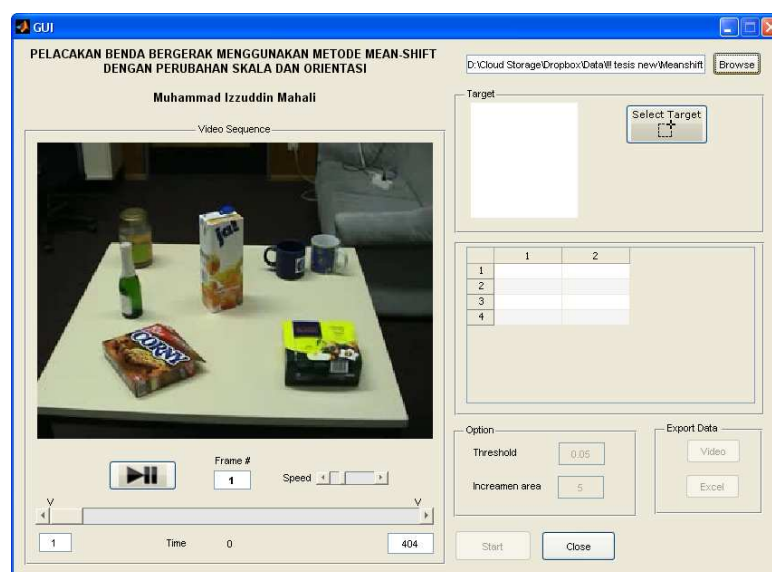
3.1 Pengujian Sistem

Pengujian sistem pelacakan benda bergerak menggunakan metode mean-shift dengan perubahan skala dan orientasi terdiri dari beberapa proses yaitu proses input video, proses pemilihan target obyek dan proses pelacakan obyek. Di dalam proses pelacakan terdapat beberapa sub proses mengenai pencarian lokasi obyek yang baru. Perluasan wilayah obyek, Proses penandaan wilayah. Sistem mampu memanggil jendela pemilihan file yang tersimpan dalam media penyimpanan sistem dan memilih video, pada sistem yang dibuat input video yang diijinkan untuk menjalankan sistem ini adalah video

dengan format type *.avi. Setelah file video dipilih frame pertama yang terdapat dalam file ke dalam jendela utama.

Sisitem memecah file video input berdasarkan jumlah frame mulai dari frame pertama sampai dengan frame terakhir. Dalam sisitem yang sudah di buat data gambar setiap frame ditampilkan dalam wilayah penampil video. Pada sistem terdapat beberapa fungsi yang memungkinkan untuk melakukan pencarian frame berdasarkan input frame tertentu maupun menggunakan bar menu yang dapat digeser. Selain itu terdapat tombol pushbutton yang berfungsi untuk menjalankan data seluruh frame mulai dari frame pertama sampai dengan frame terakhir secara sequence sehingga akan nampak seperti mejalankan video. Terdapat pengaturan kecepatan ketika menjalankan data video melalui menu speed.

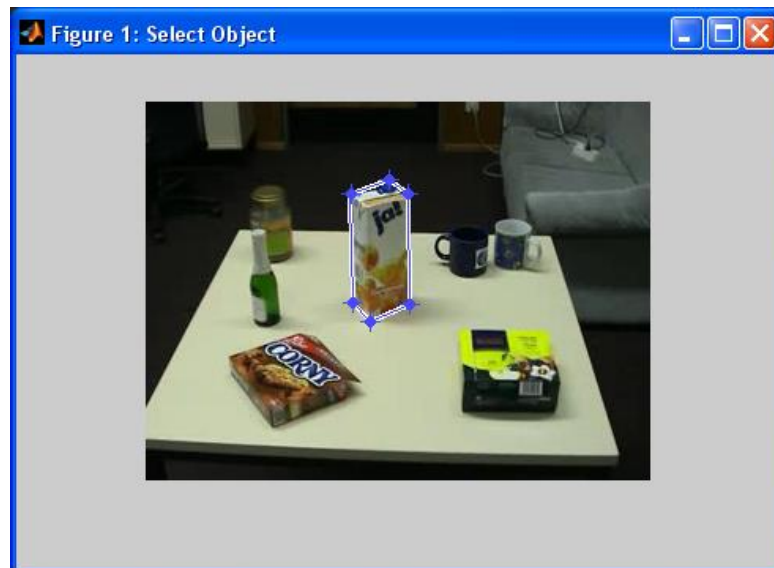
Sisitem dapat memilih obyek pelacakan yang terletak pada salah satu bagian obyek pada data video frame yang pertama. Syarat yang harus dipenuhi ketika pemilihan obyek yang akan menjadi target pelacakan adalah target pelacakan harus terlihat mulai dari frame pertama. Hal ini dikarenakan pemilihan obyek yang berada dalam frame dilakukan pada frame pertama. Proses pemilihan suatu obyek yang akan menjadi target pelacakan dilakukan menggunakan input mouse. Pemilihan wilayah target sasaran pelacakan memiliki bentuk polygon atau banyak sisi.



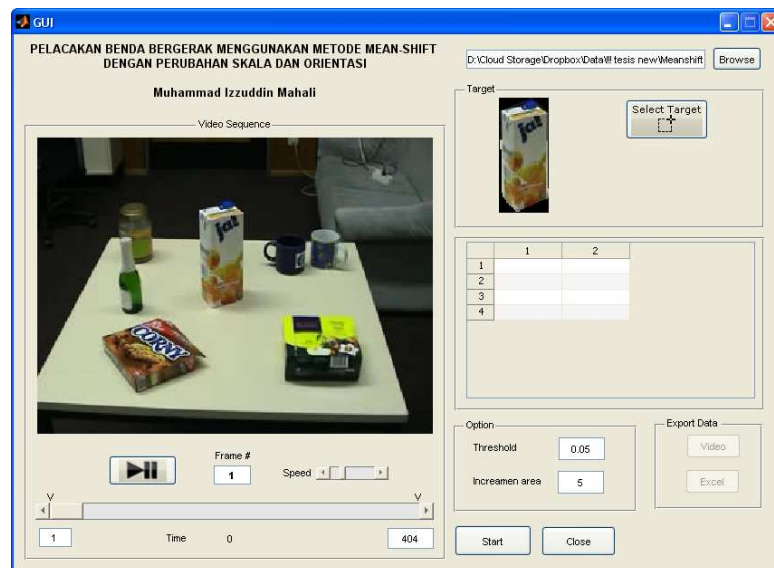
Gambar 4. Menampilkan data video pada sistem

Proses pemilihan target pelacakan adalah bagian terpenting pada sisitem pelacakan benda bergerak menggunakan metode mean-shift dengan perubahan skala dan orientasi, hal ini karena pada proses ini adalah awal dari pelacakan benda bergerak dimukai. Ketika sebuah sistem pelacakan benda (*object tracking*) dijalankan tujuannya adalah melacak suatu benda tertentu yang berapa dalam wilayah frame. Pada sistem yang sudah dibuat pemilihan suatu obyek target dilakukan secara manual. Dengan kata lain user harus menentukan obyek apa yang akan menjadi target pelacakan. Setelah pemilihan target dilakukan secara manual menggunakan input klikmouse seperti pada Gambar 4. sistem akan menampilkan target pelacakan yang sudah dipilih sebelumnya. Target

pelacakan ditampilkan secara polygon dalam bingkai kotak. Sistem akan memisahkan antara wilayah target sasaran dengan wilayah background. Target pelacakan akan ditampilkan fullcolor dengan wilayah yang bukan merupakan target pelacakan akan ditampilkan berwarna hitam seperti pada Gambar 6.



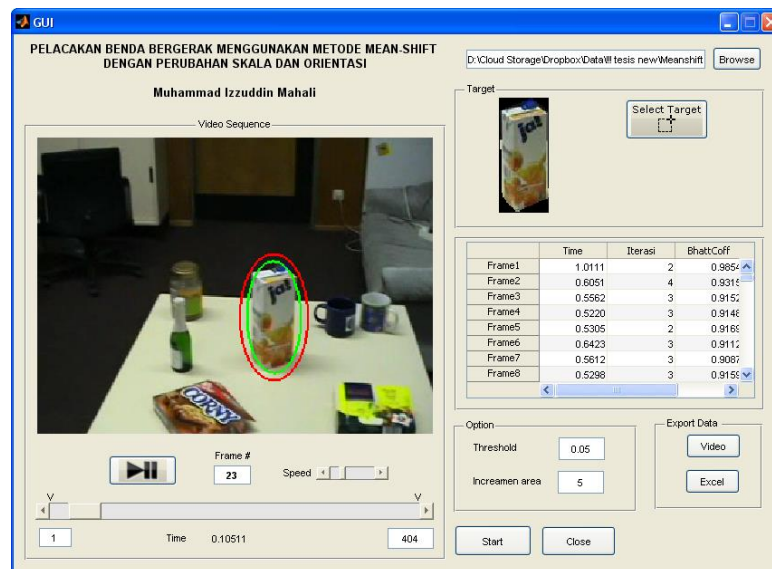
Gambar 5. Pemilihan target pelacakan



Gambar 6. Menampilkan target pelacakan

Setelah target pelacakan dipilih tombol start dan menu untuk input threshold dan data increment are aktif. Secara default menu isian tersebut sudah memiliki suatu nilai tertentu. Akan tetapi kita dapat memberikan input secara bervariasi. Parameter tersebut akan menjadi parameter penentu pada proses pelacakan. Nilai threshold adalah sebuah nilai ambang yang diambil dari perhitungan bobot suatu obyek yang menjadi target pelacakan saat ini. Dan akan dibandingkan dengan wilayah target pelacakan sebelumnya.

Apabila nilainya kurang dari nilai yang diberikan dengan kata lain obyek target tersebut adalah obyek yang dimaksud pada frame sebelumnya.



Gambar 7 Tampilan sistem setelah selesai proses pelacakan

Menu isian increment area merupakan menu isian yang digunakan untuk perluasan wilayah dari target sasaran saat ini. Perluasan wilayah target sasaran saat ini akan digunakan untuk wilayah kandidat pencarian target sasaran pada frame berikutnya. Proses pencarian suatu target pelacakan pada wilayah target kandidat memiliki iterasi atau perulangannya pada proses pencarian. Jumlah iterasi yang harus dilakukan sistem untuk mencari lokasi yang benar-benar merupakan wilayah target akan dicatat dan ditampilkan pada tampilan data. Dalam data tampilan data yang ditampilkan dalam sistem juga dapat disimpan ke dalam bentuk excel.

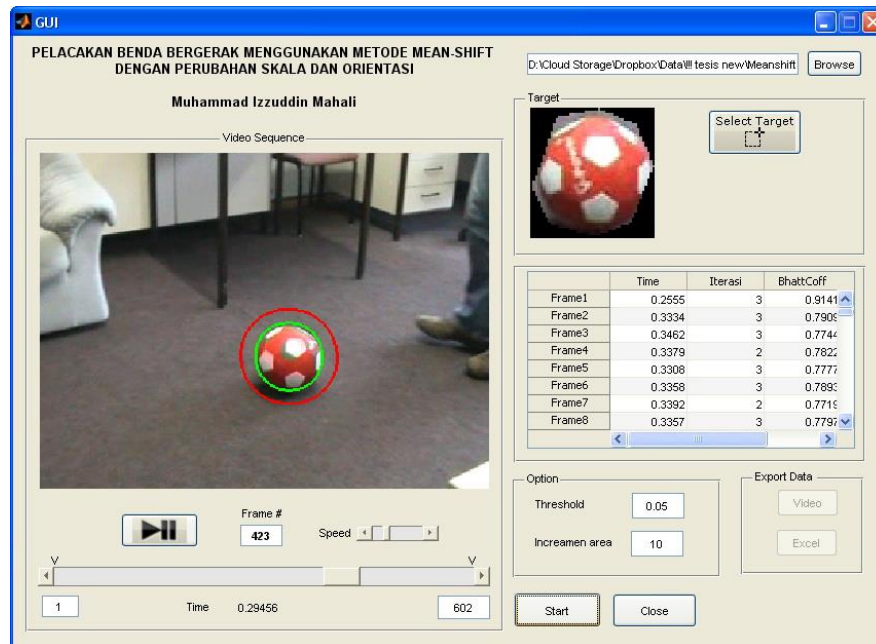
3.2 Pengujian sistem dengan data video

Pengujian sistem pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam melakukan pelacakan pada beberapa jenis video input. Pengujian sistem ini dikatakan berhasil apabila obyek yang sudah ditentukan sebelumnya dapat dikenali oleh sistem mulai dari frame pertama sampai dengan frame terakhir. Kriteria dapat dikenali dalam hal ini adalah obyek target yang menjadi target sasaran selalu berada pada wilayah ellipse berwarna hijau seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

Dalam pengujian sistem data masukan yang berupa data video dengan format file *.avi diambil dari beberapa video yang sudah pernah digunakan untuk penelitian sebelumnya. Beberapa video tersebut diunduh dari website milik Dominik Alexander Klein yang berasal dari Jerman dengan alamat website (<http://www.iai.uni-bonn.de/~kleind/>). Data video tersebut adalah data video yang pernah digunakan untuk penelitian mengenai object tracking dengan judul *Adaptive Real-Time Video-Tracking for Arbitrary Objects* yang disusun oleh Dominik Alexander Klein pada tahun 2010.

Terdapat 15 buah video dengan format AVI dan berbagai jenis obyek bergerak. Tabel 1 menyebutkan daftar video yang digunakan untuk pengujian sistem pada penelitian ini. Dari berbagai tipe karakter video yang ada semua video memiliki resolusi yang sama yaitu 320X240, sedangkan frameratennya adalah 25fps. Banyaknya frame yang dimiliki

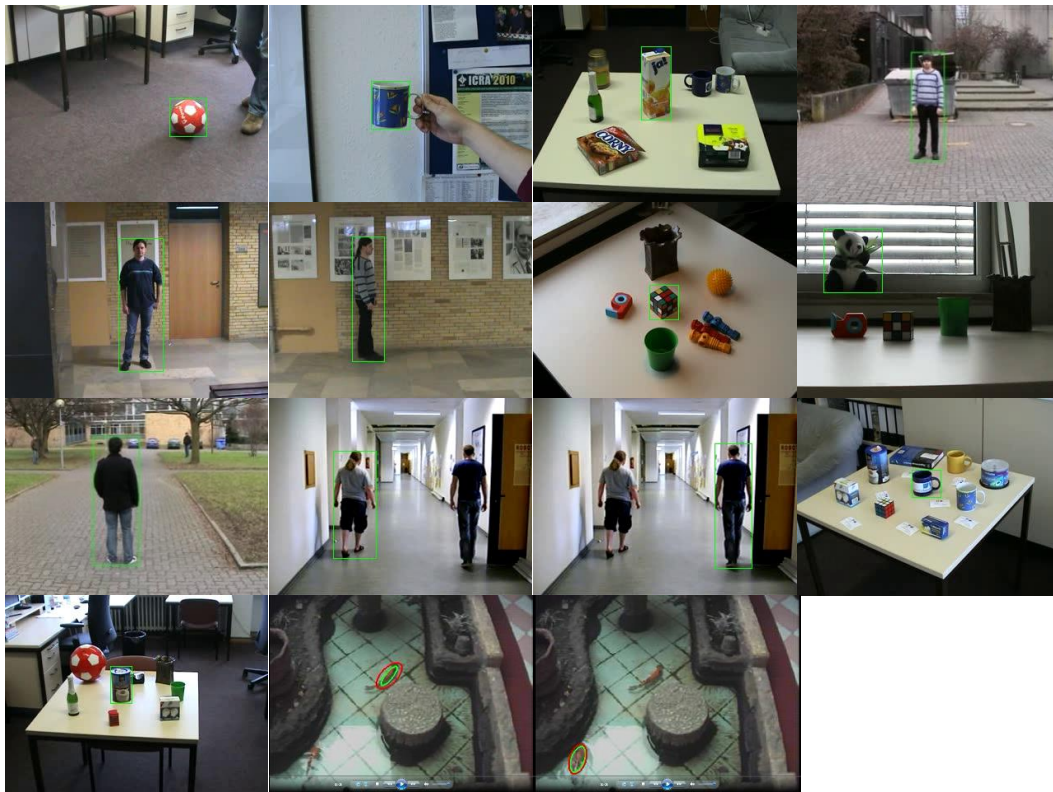
dari berbagai jenis video juga bervariasi yang terkecil adalah 305 frame sedangkan paling banyak adalah 1308 frame.



Gambar 8 Kriteria keberhasilan pengujian

Tabel 1. Data yang video percobaan
(<http://www.iai.uni-bonn.de/~kleind/tracking/>)

Seq .	Length	Format	Target Object	Keywords
A.	602	320x240 @25fps	ball	moving cam, moving target, rotation, fast direction changes
B.	629	320x240 @25fps	cup	moving cam, moving target, background changes, scale changes
C.	404	320x240 @25fps	juice box	moving cam, fast direction changes, scale changes
D.	947	320x240 @25fps	person	moving cam, moving target, non-rigid target, rotation, outdoor
E.	305	320x240 @25fps	person	moving cam, partial occlusion
F.	453	320x240 @25fps	person	moving cam, moving target, non-rigid target, similar distractors, full occlusion
G.	716	320x240 @25fps	Rubik's Cube	moving cam, viewpoint changes
H.	412	320x240 @25fps	panda	illumination changes
I.	1017	320x240 @25fps	person	moving cam, moving target, non-rigid target, rotation, similar distractors, full occlusion, outdoor
J.a+ J.b	388	320x240 @25fps	person	moving cam, moving target, non-rigid target, full occlusion
K.	1020	320x240 @25fps	cup	moving cam, viewpoint changes, similar distractors, scale changes
L.	1308	320x240 @25fps	coffee box	moving cam, viewpoint changes, scale changes



Gambar 9. Frame pertama data video

Proses pengambilan data yang dilakukan dengan terhadap sample video terdapat 30 kali pengujian dengan pengujian untuk masing-masing video sebanyak 2 kali pengujian. Pengujian dengan perluasan 5 dan pengujian dengan perluasan 10. Pengujian video poin j pada Tabel 1 Seq B dilakukan sebanyak 4 kali, dengan 2 obyek target yang berbeda. Parameter yang yang dihitung pada setiap pengujian adalah waktu, jumlah iterasi pencarian tiap frame, nilai koefisien bhattacharyya, nilai ambang, keberhasilan pelacakan. Untuk parameter keberhasilan pelacakan terdapat beberapa parameter yaitu keberhasilan sepenuhnya artinya obyek target dapat di kenali dari frame awal sampai dengan akhir frame, keberhasilan sebagian artinya obyek target tidak dapat dikenali pada beberapa frame akan tetapi pada proses pelacakan obyek target akan di temukan kembali, gagal artinya target obyek tidak dapat dikenali.

3.3 Pengujian sistem pada target obyek ball

Gambar 10 adalah pengujian sistem dengan video yang berupa bola bermotif. Obyek yang menjadi target sasaran memiliki beberapa karakteristik yaitu perubahan kamera, rotasi target obyek, perubahan lokasi yang cepat. Hasil pengujian di dapatkan bahwa obyek target yang sudah di pilih yang berupa bola dapat dikenali diseluruh frame.

Dalam pengujian dengan menggunakan video ball ini dapatkan waktu rata-rata perhitungan dengan parameter input increment 5 dan nilai ambang 0,05 setiap frame adalah 0,307 detik. Sedangkan waktu paling cepat dalam melakukan pelacakan adalah 0,13 detik dan waktu paling lama untuk melakukan pelacakan adalah 6,844 detik. Pencarian target rata-rata setiap frame dilakukan sebanyak 3,89 kali iterasi. Sedangkan koefisien Bhattacharrya rata-rata untuk pengujian ini adalah 0,784 dan nilai kesamaan

target obyek dan target kandidat obyek memiliki index ambang 0,007421. Tabel 2 merupakan rangkuman hasil pengujian sistem dengan parameter input increment 5 dan nilai ambang 0,05.

Dalam pengujian dengan menggunakan video ball ini dapatkan waktu rata-rata perhitungan dengan parameter input increment 10 dan nilai ambang 0,05 setiap frame adalah 0,412 detik. Sedangkan waktu paling cepat dalam melakukan pelacakan adalah 0,19 detik dan waktu paling lama untuk melakukan pelacakan adalah 4,072 detik. Pencarian target rata-rata setiap frame dilakukan sebanyak 3,50 kali iterasi. Sedangkan koefisien Bhattacharrya rata-rata untuk pengujian ini adalah 0,784 dan nilai kesamaan target obyek dan target kandidat obyek memiliki index ambang 0,0000758. Tabel 6.3 merupakan rangkuman hasil pengujian sistem dengan parameter input increment 10 dan nilai ambang 0,05.



Gambar 10. Pengujian obyek ball

Tabel 2. Pengujian video ball dengan increment area 5

	Waktu	Iterasi	Bhatt Coeff	Ambang
Rata-rata	0,307457763	3,892027	0,784049642	0,007421
MIN	0,130795668	2	0,55752561	0
MAX	6,84446785	16	0,988561993	1,344873

Tabel 3. Pengujian video ball dengan increment area 10

	Waktu	Iterasi	Bhatt Coeff	Ambang
Rata-rata	0,412771914	3,504983	0,748729676	7,58012E-05
MIN	0,19554072	1	0,566183658	0
MAX	4,072510455	9	0,927114132	0,037721235

Tabel 4. Hasil pengujian

NO	Obyek	Jumlah Frame	Keberhasilan Pengujian	
			Increment 5	Increment10
1	<i>Ball</i>	602	Berhasil	Berhasil
2	<i>Cup</i>	629	Berhasil	Berhasil
3	<i>Juice box</i>	404	Gagal	Berhasil
4	<i>Person</i>	947	Berhasil	Berhasil
5	<i>Person partially occluded</i>	305	Berhasil	Berhasil
6	<i>Person fully occluded</i>	453	Gagal	Gagal
7	<i>Rubik's cube</i>	716	Berhasil	Berhasil
8	<i>panda</i>	412	Berhasil	Berhasil
9	<i>Person Crossing</i>	1017	Berhasil sebagian	Berhasil sebagian
10	<i>Person floor gray</i>	388	Berhasil sebagian	Berhasil sebagian
11	<i>Person floor blue</i>	388	Berhasil	Berhasil
12	<i>Cup on table</i>	1020	Berhasil	Berhasil
13	<i>Coffee on tabel</i>	1020	Gagal	Berhasil
14	<i>Ikan 1</i>	50	Berhasil	Berhasil
15	<i>Ikan 2</i>	50	Berhasil	Berhasil

Tabel 4 merupakan tabel rangkuman hasil pengujian sistem dari 15 video yang sudah di sebutkan pada Tabel 1 dan satu buah video tambahan. Dari tabel rangkuman hasil pengujian didapatkan untuk parameter input dengan increment 5 hasil yang didapatkan adalah 66,7% sistem berhasil, 13,3% sistem berhasil sebagian dan 20% gagal. Untuk parameter input dengan increment 10 hasil yang di dapatkan adalah 80% sistem berhasil, 13,3% sistem berhasil sebagian dan 6,7% gagal

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Penelitian ini di dilakukan dengan cara menganalisa moment feature bobot image dari wilayah target kandidat dan Koefisien Bhattacharrya. Penyelesaian untuk pelacakan target obyek yang mengalami perubahan sekala dan orientasi dapat di selesaikan dengan menggunakan metode pengembangan dari mean-shift sederhana yang telah diusulkan. Bobot pixel dalam wilayah target kandidat merupakan representasi kemungkinan wilayah dari target obyek, sedangkan momen orde ke nol dari bobot gambar dapat merepresentasikan bobot dari wilayah target kandidat. Dengan menggunakan momen orde ke nol dan koefisien Bhattacharrya antara target model dan model kandidat merupakan metode yang efisien untuk menghitung wilayah target. Pendekatan yang baru yang memiliki basis pada wilayah target dan momen pusat orde ke dua digunakan untuk menghitung perubahan lebar, tinggi dan orientasi dari target obyek.

Dari hasil pengujian sistem Untuk parameter input dengan increment area 5 hasil yang di dapatkan adalah 66,7% berhasil, 13,3% berhasil sebagian. Dan 20% gagal. Sedangkan untuk parameter input dengan increment 10 hasil yang di dapatkan adalah 80% berhasil, 13,3% berhasil sebagian dan 6,7% gagal. Tingkat keberhasilan dalam mengenali obyek target menjadi meningkat ketika parameter input increment area dinaikkan akan tetapi terjadi penambahan waktu pelacakan. Semakin besar wilayah target

obyek yang dilacak maka waktu yang dibutuhkan untuk pelacakan juga semakin bertambah.

Saran

Penelitian ini belum mampu secara akurat dalam mengetahui perubahan orientasi. Perubahan orientasi hanya sebatas pada perhitungan axis panjang dan lebar bidang yang berada pada bidang ellipse belum mampu untuk mengetahui bentuk riil dari target obyek. Pengembangan untuk mengetahui bentuk riil dari target obyek dapat dilakukan sehingga menambah keakuratan sistem.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuannya kepada penulis selama penyelesaian tesis ini.

Daftar Pustaka

- Collins, R., 2003, *Mean-Shift Blob Tracking through Scale Space*, Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, Wisconsin, USA, pp. 234-240.
- Comaniciu, D., Ramesh V. dan Meer P., 2003, *Kernel-Based Object Tracking*, IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence., Vol 25, No.2, pp. 564-577.
- Hu J., Juan C., Wang J., 2008, *A spatial-color mean-shift object tracking algorithm with scale and orientation estimation*, Pattern Recognition Letters, Vol. 29, No.16, pp. 2165-2173.
- Quast, K. dan Kaup, A., 2009, *Scale and Shape adaptive Mean Shift Object Tracking in Video*, Proc. European Signal Processing Conference, pp. 1513-1517, Glasgow Scotland, August.
- Tomas, V., Jana, N., dan Jiri, M., 2013, *Robust Scale-adaptive Mean-Shift for Tracking*, Springer Berlin Heidelberg, Vol 7944, pp. 652-663, chapter 61
- Yi K.M., Ahn, Ho.Seok. dan Choi, Y.J., 2008 *Orientation and Scale Invariant Mean Shift Using Object Mask-Based Kernel*, Pattern Recognition, . ICPR 2008. 19th International Conference on, EECS Dept., Seoul Nat. Univ., South Korea, pp 1 – 4
- Zivkovic Z. dan Kröse B., 2004, *An EM-like Algorithm for Color-Histogram-Based Object Tracking*, Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, Washington, DC, USA, vol.1 , pp. 798-803.