

## IMPLEMENTASI METODE *BACKGROUND SUBTRACTION* DALAM SISTEM ANALISIS TRAYEKTORI HASIL LATIHAN ATLET LOMPAT JAUH BERBASIS PENGOLAHAN CITRA DIGITAL

**Aditia Kurniawan**

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : aditiakurniawan@mhs.unesa.ac.id

**Lilik Anifah**

Teknik Elektro, Teknik, Universitas Negeri Surabaya  
e-mail : anifahli@yahoo.com

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan metode *background subtraction* pada sistem analisis trayektori hasil latihan atlet lompat jauh yang berbasis pengolahan citra digital. Data yang diproses adalah video lompatan atlet dari tumpuan sampai mendarat. Pengambilan data dilakukan dengan kamera statis yang posisinya telah ditentukan. Jumlah sampel sebanyak 30 video latihan atlet yang berformat .avi. Pengolahan citra yang dilakukan peneliti adalah standarisasi dimensi, *background subtraction*, *min filter*, pemilihan *foreground*, *thresholding*, dilasi dan erosi. Setelah pengujian, sistem berhasil mendeteksi atlet pada semua data sampel. Dari pengujian sistem, dihasilkan data yang berisi waktu analisis, nama atlet, jenis kelamin, jauh lompatan, tinggi lompatan dan sudut lompatan yang akan disimpan di *database*. Data jarak dari sistem dibandingkan dengan hasil pengukuran manual dan didapatkan 30 sampel memiliki selisih dari -40 sampai 38 dengan rata-rata selisih sebesar -4,6. Faktor kondisi lapangan dan kesalahan pengukuran manual menjadi penyebab selisih pengukuran jarak pada penelitian ini.

**Kata Kunci** : Lompat Jauh, *Background Subtraction*

### Abstract

the aims of this study in order to implement the background subtraction method on the trajectory analysis system that results from the training of long jump Athletes based on digital image processing. The data that is being processed is the video of the athlete's jump from the pedestal to landing. Data taken by static cameras whose positions have been determined. The number of samples is 30 videos of athletes training in the .avi format. Image processing carried out by researchers is standardizing dimensions, background subtraction, min filter, foreground selection, thresholding, dilation and erosion. After testing, system had successfully detected athletes in all sample data. The result is, the data that contains the time of analysis, the name of the athlete, gender, far leap, height of the jump and the jump angle will be stored in the database. Distance value from the system compared with the results of manual measurements and the result is 30 samples having deviation from -40 to 38 with an average deviation of -4,6. Field conditions and an errors from manual measurement causes of the deviation in distance measurements in this study.

**Keywords** : Long Jump, Background Subtraction

Universitas Negeri Surabaya

### PENDAHULUAN

Pada proses pembelajaran teknik lompat jauh, seorang pelatih perlu melakukan pengawasan khusus dan memberikan contoh gerak teknik yang baik sesuai dengan ilmu biomekanika agar tercapainya prestasi yang maksimal. Kualitas latihan merupakan penopang tercapainya prestasi olahraga, sedangkan kualitas latihan sendiri ditopang oleh faktor internal yaitu kemampuan atlet (bakat dan motivasi) serta faktor eksternal yaitu yang meliputi pengetahuan dan kepribadian pelatih, fasilitas, pemanfaatan hasil riset dan pertandingan (Djoko Pekik Irianto, 2002:8).

Beberapa pelatih yang ada di klub-klub atletik di daerah, ketika dalam menganalisa hasil latihan atletnya belum menggunakan alat bantu perekam dan penganalisa gerak yang baik. Tidak menutup kemungkinan seringkali dalam menganalisa pergerakan hanya menggunakan indra penglihatan, yaitu mata dalam proses analisa latihan atletnya. Hal ini terasa kurang maksimal dikarenakan mata mempunyai keterbatasan. Salah satu teknologi yang dapat membantu kinerja pelatih yaitu menggunakan kamera video yang berfungsi untuk merekam atlet ketika melakukan lompat jauh, kemudian video tersebut dapat dianalisis menggunakan sistem analisis perangkat lunak

yang dapat membantu pelatih dalam menganalisa pergerakan atlet, sehingga pelatih akan lebih cepat dan mudah memberikan evaluasi teknik serta mengetahui hal-hal yang menghalangi atau menghambat efisiensi teknik.

Berdasarkan latar belakang diatas, dilakukan penelitian tentang pembuatan *software* yang berfungsi untuk membantu pelatih menganalisis hasil latihan atlet lompat jauh. Penelitian yang dilakukan oleh penulis ini berjudul “Implementasi Metode *background subtraction* dalam sistem analisis trayektori hasil latihan atlet lompat jauh berbasis pengolahan citra digital”. Trayektori yang dimaksud dalam sistem analisis ini adalah jalur perjalanan gerak atlet lompat jauh dari titik/balok tumpu hingga atlet mendarat pada bak pasir/tempat pendaratan. Trayektori tersebut dianalisis menggunakan bantuan metode *background subtraction*. Penerapan metode tersebut pada sistem analisis ini bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan interferensi *background* pada gerak trayektori lompat atlet. Dengan demikian pergerakan atlet akan lebih mudah dilihat dan dianalisis. Hasil analisis yang dihapkan adalah berupa *frame* yang menampilkan trayektori gerak dengan jauh lompatan, tinggi lompatan dan sudut trayektori atlet. Dan *software* ini berbasiskan pengolahan citra digital dalam perosesan video hasil latihan atlet lompat jauh. Diharapkan dari penelitian ini mampu dihasilkan *software* yang aplikatif dan mudah digunakan untuk membantu pelatih dan atlet untuk menganalisis hasil latihan lompat jauh.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengolahan Citra

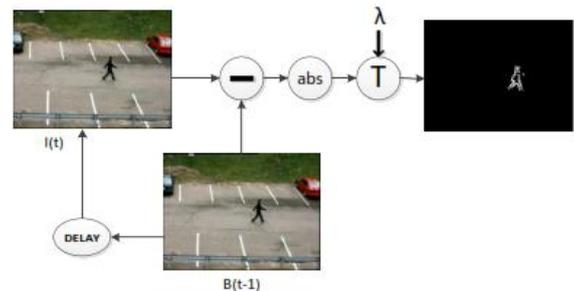
Suatu citra digital merupakan kumpulan dari deretan piksel-piksel dengan intensitas tertentu yang dalam jumlah tertentu dapat dilihat oleh pandangan mata dan menghasilkan suatu citra (Darma Putra, 2010).

Pengolahan citra digital adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, rotasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik) melakukan pemilihan citra ciri (*feature image*) yang optimal untu tujuan analisis (Sutoyo dkk, 2009).

### Background Subtraction

*Background subtraction* termasuk suatu teknik yang umum digunakan untuk mendeteksi obyek yang bergerak pada video dari kamera statik. Cara pendeteksiannya dilakukan dengan menemukan perbedaan antara *frame* video saat ini dengan *frame* yang dibandingkan (Piccardi. 2004). Cara pengerjaan *background subtraction* dapat diasumsikan bahwa

obyek yang bergerak memiliki warna yang berbeda dari warna *background*. sehingga umumnya penggunaan algoritma *background subtraction*, mendapatkan perubahan posisi dari piksel-piksel pada waktu tertentu dari perubahan warnanya yang secara signifikan berbeda dari warna *background*. Banyak teknik yang dikembangkan untuk menerapkan *background subtraction*.



Gambar 1. Proses *background subtraction*  
(Sumber : Ramanan, 2013)

Selain menggunakan citra *background* statis, proses *background subtraction* dapat dilakukan dengan mengurangkan *frame* terbaru dengan *frame* sebelumnya. Kemudian hasil pengurangan tersebut di *threshold* untuk mengidentifikasi objek *foreground*. Metode ini lebih mudah digunakan dan lebih adaptif. Metode ini memerlukan dua *frame* yang diambil secara berurutan dengan waktu *delay* tertentu. Objek yang diam akan dianggap sebagai *background*, sedangkan objek yang bergerak akan terdeteksi.

## METODOLOGI PENELITIAN

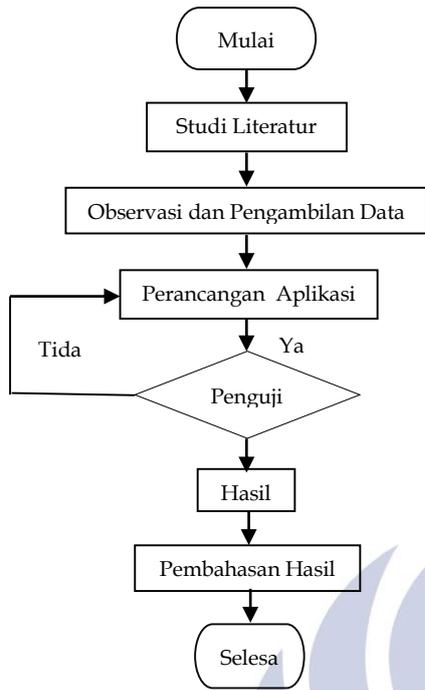
### Pendekatan Penelitian

Penelitian tugas akhir ini untuk mengimplementasikan metode *background subtraction* dalam sistem analisis trayektori hasil latihan atlet lompat jauh berbasis pengolahan citra digital.

Pada penelitian ini, aplikasi yang digunakan untuk menganalisis hasil latihan atlet dibuat dengan *software delphi7*.

### Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian “Implementasi Metode *Background Subtraction* Dalam Sistem Analisis Trayektori Hasil Latihan Atlet Lompat Jauh Berbasis Pengolahan Citra Digital” ditunjukkan dalam digram alir (*flowchart*) pada Gambar 2. Berikut uraian tahapan pelaksanaan penelitian tugas akhir yang digambarkan dalam diagram alir (*flowchart*).



Gambar 2. Rancangan Penelitian (Sumber: Data Primer, 2017)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Perancangan Aplikasi**

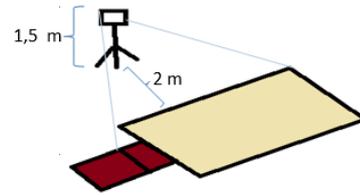
Rancang bangun aplikasi dibuat menggunakan Borland Delphi7. Program aplikasi ini dapat menghitung jauh lompatan, tinggi lompatan dan sudut lompatan atlet dari video lompatan atlet serta dapat menyimpulkan hasil latihan terbaik dari data yang sudah tersimpan di database. Hasil perancangan aplikasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Antarmuka Sistem (Sumber : Data Primer, 2018)

**Pengambilan Data**

Pengambilan data dilakukan di Lapangan atletik SMA N 1 Padangan Kab. Bojonegoro menggunakan kamera Sony Handycam HDR-CX405 beresolusi 1080p/30 fps. Video yang diambil untuk diproses sebanyak 30 video dengan format .avi. Untuk posisi pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 4.

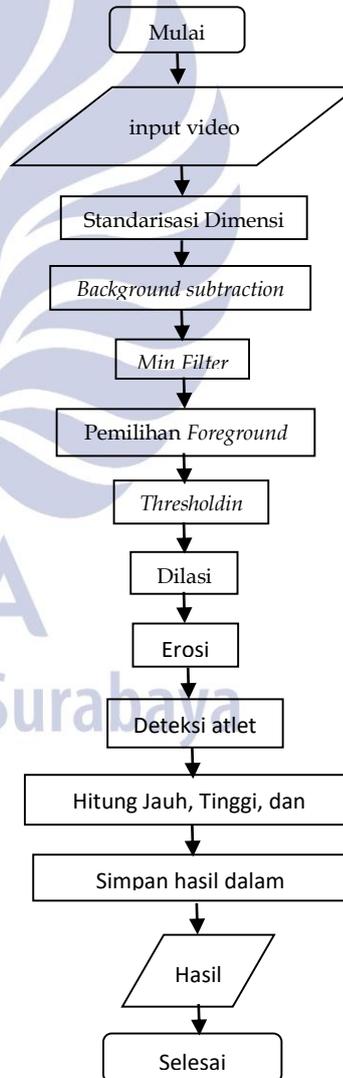


Gambar 4. Posisi pengambilan data (Sumber : Data Primer, 2018)

Kamera diletakan diatas tripod setinggi 1,5 meter dengan jarak 2 meter dari bak pasir.

**Proses Pendeteksian Atlet Menggunakan Metode Background Subtraction**

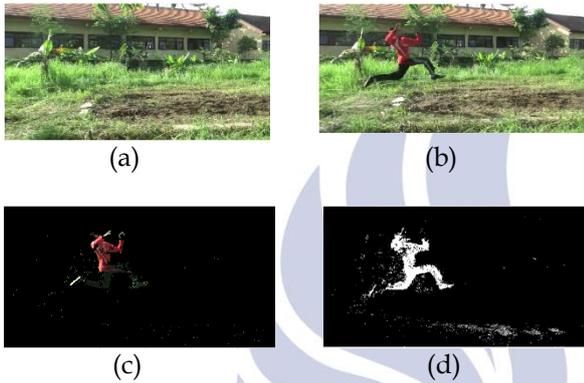
Sebelum melakukan pendeteksian atlet peneliti melakukan pengolahan video terlebih dahulu. Tahapan pengolahan video yang digunakan yaitu standarisasi dimensi, background subtraction, min filter, pemilihan foreground, thresholding, dilasi dan erosi.



Gambar 5. Diagram Alir Sistem (Sumber: Data Primer, 2018)

Pada proses Standarisasi Dimensi, dilakukan standarisasi pada video masukan. Dimana ukuran video yang relatif besar diubah menjadi kecil. Dari ukuran awal video masukan 1280 x 720 piksel diubah menjadi 432 x 200 piksel. Standarisasi Dimensi dilakukan Untuk mempercepat pemrosesan video.

Pada proses *background subtraction*, setiap *frame* video akan dibandingkan dengan *background* untuk mendapatkan *foreground*. Setelah itu dilakukan binerisasi yang mengubah *foreground* berformat RGB menjadi biner (hitam-putih). Citra *background* diubah menjadi hitam sedangkan citra *foreground* diubah menjadi putih.



Gambar 6. (a) *Background* (b) *frame* (c) *foreground* (d) *Hasil Background subtraction* (Sumber : Data Primer, 2018)

Pada tahap ini citra gambar (a) yang merupakan *background* dibandingkan dengan gambar (b) yaitu citra *frame* pada satu waktu. Dari proses perbandingan *background* dengan *frame* dihasilkan citra pada gambar (c) yang berupa citra *foreground* tanpa *background* sehingga yang terlihat hanyalah atlet yang melompat saja. Selanjutnya gambar (c) yang merupakan citra *foreground* berformat RGB diubah menjadi citra biner melalui proses binerisasi, dimana piksel yang besarnya lebih dari 0 akan diubah menjadi putih sedangkan yang lain berwarna hitam sehingga dihasilkan citra pada gambar (d) yaitu hasil dari metode *background subtraction*.

Pada proses *min filter*, citra hasil *background subtraction* akan diolah menggunakan *min filter* untuk mengurangi *noise* yang ada pada citra tersebut. Singkatnya, *min filter* disini dilakukan dengan cara mengganti intensitas piksel pada citra berderau dengan nilai terendah dari intensitas piksel tetangganya sebagai citra keluarannya.

Pada proses pemilihan *Foreground*, sisi video yang sulit untuk dihilangkan *noisena* (sisi atas dan sisi bawah video) akan diseleksi sesuai dengan *foreground*

yang diharapkan. Sehingga didapatkan video yang tepat dan bersih dari *noise*.

Pada proses *thresholding*, video hasil proses sebelumnya yang sudah dihilangkan *noisena* dan menyisakan *foreground* berupa objek berwarna putih dan bayangan berupa piksel berwarna abu-abu. Bayangan tersebut harus dihilangkan agar tersisa piksel objek yang akan dideteksi. Untuk menghilangkan bayangan tersebut dilakukan *thresholding* dimana piksel abu-abu akan diubah menjadi hitam sementara objek tetap berwarna putih. Hal ini dilakukan agar proses deteksi berjalan dengan baik.

Pada proses dilasi, akan dilakukan penebalan pada objek yang terdapat pada video. Teknik ini dilakukan dengan cara menambahkan piksel-piksel pada batas antar objek untuk memperbaiki objek yang rusak pada video.

Pada proses erosi, akan dilakukan proses penipisan pada objek yang terdapat pada video. Erosi merupakan kebalikan dari dilasi. Hasil dari proses ini adalah objek yang bentuknya mendekati atlet yang terdapat pada video.

Setelah dilakukan proses pengolahan citra digital Maka langkah selanjutnya adalah pendeteksian objek. Untuk menghasilkan keluaran dari deteksi objek dilakukan penghitungan pada komponen-komponen pengukuran dengan beberapa rumus. Berikut merupakan komponen-komponen pengukuran yang digunakan untuk menghasilkan keluaran sistem.



Gambar 7. Komponen Pengukuran (Sumber : Data Primer, 2018)

Dalam mengukur jauh atlet melompat digunakan rumus *Euclidean distance*. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk mengukur jauh lompatan atlet.

$$X = \sqrt{(X2 - X1)^2 + (Y2 - Y1)^2} \quad (1)$$

Keterangan :

X = jauh lompatan atlet

X2 = titik pendaratan

X1 = titik tumpuan

Y2 = titik tertinggi lompatan (piksel)

Y1 = tinggi tempat mendarat (piksel)

Dalam mengukur tingi lompatan digunakan rumus *chess board*. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk mengukur tinggi lompatan atlet

$$Y = \max(|Y2 - Y1|) \quad (2)$$

Keterangan :

Y = tinggi lompatan atlet

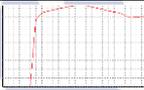
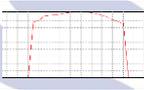
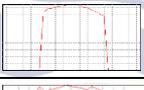
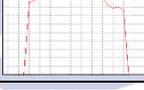
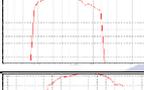
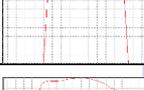
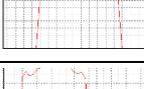
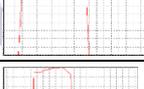
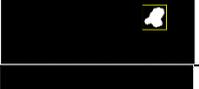
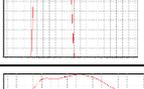
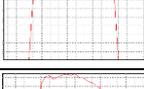
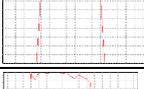
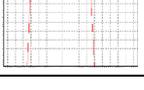
Dalam mengukur sudut dari lompatan atlet digunakan rumus trigonometri. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk mengukur sudut lompatan atlet.

$$\alpha = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{y}{\frac{1}{2}x} \right) \quad (3)$$

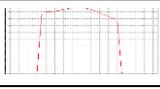
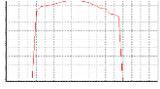
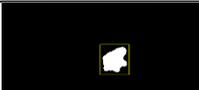
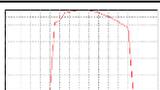
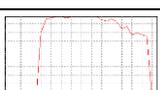
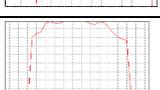
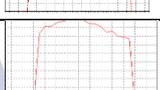
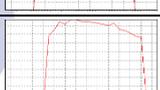
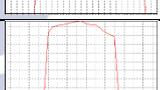
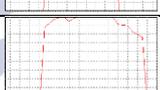
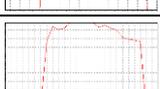
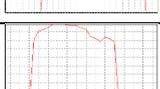
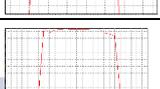
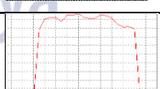
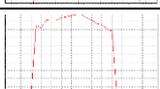
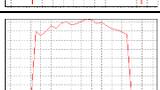
Keterangan :

$\alpha$  = sudut lompatan

Tabel 1. Hasil Deteksi Atlet

No	Hasil Deteksi	Trayektori Atlet	Status
1			Terdeteksi
2			Terdeteksi
3			Terdeteksi
4			Terdeteksi
5			Terdeteksi
6			Terdeteksi
7			Terdeteksi
8			Terdeteksi
9			Terdeteksi
10			Terdeteksi
11			Terdeteksi
12			Terdeteksi

Lanjutan Tabel 1. Hasil Deteksi Atlet

13			Terdeteksi
14			Terdeteksi
15			Terdeteksi
16			Terdeteksi
17			Terdeteksi
18			Terdeteksi
19			Terdeteksi
20			Terdeteksi
21			Terdeteksi
22			Terdeteksi
23			Terdeteksi
24			Terdeteksi
25			Terdeteksi
26			Terdeteksi
27			Terdeteksi
28			Terdeteksi
29			Terdeteksi
30			Terdeteksi

(Sumber: Data Primer, 2018)

Pada Tabel 1, dapat dilihat hasil deteksi atlet setelah melewati pengolahan video, grafik trayektori lompatan atlet dari koordinat posisi atlet dan status pendeteksian. Dari kolom hasil status pendeteksian terdapat 30 data video latihan yang terdeteksi dengan benar dari total 30 data uji. Sehingga bisa dikatakan sistem deteksi atlet lompat jauh ini memiliki tingkat akurasi 100%.

**Hasil Pengujian Data Pada Sistem**

Pada pengujian data sebanyak 30 video uji yang diambil dari praktek mata pelajaran penjasokes yang bertempat di SMAN 1 Padangan. Dihasilkan data berupa tanggal input data, nama atlet, jenis kelamin, jauh (cm), tinggi (cm) dan sudut (derajat) dari lompat atlet yang ditampilkan pada Table 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem

Tanggal	Nama	Gender	Jauh	Tinggi	Sudut
16/02/2019	x1	Perempuan	289	110	36
16/02/2019	x2	Perempuan	219	110	42
16/02/2019	x3	Perempuan	245	102	38
16/02/2019	x4	Laki-Laki	381	145	46
16/02/2019	x5	Laki-Laki	340	122	45
16/02/2019	x6	Perempuan	251	107	39
16/02/2019	x7	Perempuan	190	140	51
16/02/2019	x8	Laki-Laki	443	150	44
16/02/2019	x9	Perempuan	259	111	39
16/02/2019	x10	Perempuan	265	98	36
16/02/2019	x11	Laki-Laki	293	137	41
16/02/2019	x12	Laki-Laki	461	115	38
16/02/2019	x13	Perempuan	265	109	38
16/02/2019	x14	Perempuan	264	96	35
16/02/2019	x15	Perempuan	258	99	36
16/02/2019	x16	Perempuan	206	150	51
16/02/2019	x17	Laki-Laki	423	109	38
16/02/2019	x18	Laki-Laki	442	113	38
16/02/2019	x19	Laki-Laki	327	119	45
16/02/2019	x20	Laki-Laki	379	113	41
16/02/2019	x21	Laki-Laki	391	143	45
16/02/2019	x22	Laki-Laki	303	149	52
16/02/2019	x23	Laki-Laki	416	141	44
16/02/2019	x24	Laki-Laki	385	111	41
16/02/2019	x25	Laki-Laki	331	135	48
16/02/2019	x26	Laki-Laki	379	122	43
16/02/2019	x27	Laki-Laki	435	113	39
16/02/2019	x28	Laki-Laki	306	143	51
16/02/2019	x29	Laki-Laki	453	116	38
16/02/2019	x30	Laki-Laki	406	118	41

(Sumber : Data Primer, 2019)

Pada Tabel 2, terdapat 30 video sampel dengan rincian 11 pelompat perempuan dan 19 pelompat laki-laki. Dari hasil jauh lompatan diketahui bahwa jarak terpendek adalah 190 cm sedangkan jarak terjauh 461 cm dengan Jarak rata-rata 30 sampel adalah 333,5 cm. Untuk rincian jauh lompatan, pelompat laki-laki memiliki jauh lompatan dari 293 cm sampai 461 cm dengan rata-rata 383,9 cm. Sedangkan untuk pelompat perempuan memiliki jauh lompatan 190 cm sampai 461 cm dengan rata-rata 246,5 cm. Kemudian dari hasil tinggi lompatan didapatkan nilai mulai dari 96 cm sampai 150 cm dengan rata-rata 121,5 cm. Untuk rincian

tinggi lompatan, pelompat laki-laki memiliki hasil mulai dari 109 cm sampai 150 cm dengan rata-rata 127,05 cm. sedangkan untuk hasil tinggi lompatan pelompat perempuan nilainya mulai dari 96 cm sampai 150 cm dengan rata-rata 112 cm. Kemudian untuk hasil sudut memiliki hasil mulai dari 35 derajat sampai 52 derajat dengan rata-rata 42 derajat. Untuk rinciannya pelompat laki-laki memiliki sudut dari 38 derajat sampai 52 derajat dengan rata-rata 43 derajat. Sedangkan pelompat perempuan memiliki sudut lompatan dari 35 derajat sampai 51 derajat dengan rata-rata 40 derajat.

**Perbandingan Hasil Pengukuran Jarak Dari Sistem Dengan Pengukuran Manual**

Tahap selanjutnya adalah membandingkan hasil pengukuran sistem dengan pengukuran jarak/jauh lompatan secara manual dilapangan untuk melihat selisih dari kedua hasil pengukuran tersebut.

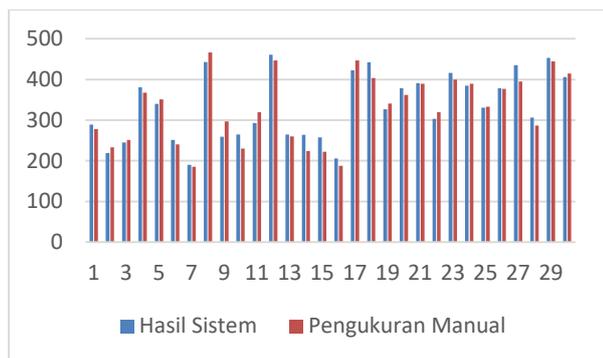
Tabel 3. Perbandingan Hasil Pengukuran Jarak

No	Nama	Jarak Sistem	Jarak Manual	Selisih
1	X1	289	278	-11
2	X2	219	233	14
3	X3	245	251	6
4	X4	381	368	-13
5	X5	340	351	11
6	X6	251	240	-11
7	X7	190	185	-5
8	X8	443	467	24
9	X9	259	297	38
10	X10	265	230	-35
11	X11	293	320	27
12	X12	461	447	-14
13	X13	265	260	-5
14	X14	264	224	-40
15	X15	258	222	-36
16	X16	206	188	-18
17	X17	423	447	24
18	X18	442	404	-38
19	X19	327	341	14
20	X20	379	362	-17
21	X21	391	390	-1
22	X22	303	320	17
23	X23	416	400	-16
24	X24	385	390	5
25	X25	331	333	2
26	X26	379	377	-2
27	X27	435	395	-40
28	X28	306	287	-19
29	X29	453	445	-8
30	X30	406	415	9
Rata-rata selisih				-4,6

(Sumber : Data Primer, 2019)

Data diatas menunjukkan hasil perbandingan pengukuran jarak dari 30 sampel memiliki selisih dari -40 sampai 38 dengan rata-rata selisih sebesar -4,6. Terdapat 18 sampel yang memiliki selisih dibawah 0 yang besarnya mulai dari -1 sampai -40 dengan rata-rata -18,2778 dan 12 sampel sisanya memiliki selisih data diatas 0 yang besarnya 2 sampai 38 dengan rata-rata 15,91667.

Untuk mempermudah peneliti melihat perbedaan antara hasil pengukuran dari sistem dengan pengukuran secara manual. Dilakukan Penggambaran Tabel 3 secara visual yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Pengukuran Jarak (Sumber : Data Primer, 2019)

Persebaran data selisih antara hasil pengukuran sistem dengan pengukuran secara manual dilapangan seperti pada Tabel 3 digambarkan dalam sebuah grafik. Berikut merupakan grafik persebaran selisih pengukuran.



Gambar 9. Grafik Selisih Pengukuran Jarak (Sumber : Data Primer, 2019)

Terdapat banyak faktor yang mengakibatkan perbedaan hasil pengukuran jarak lompatan atlet, seperti kondisi lapangan yang dinamis dengan rumput-rumput dan tumbuhan disekitar lapangan membuat banyak noise pada hasil background subtraction. Selain itu lapangan yang tidak terlalu kontras dengan dengan pakaian atlet membuat pemrosesan citra menjadi sangat kompleks sehingga beberapa bagian tubuh atlet tidak terlihat atau terlihat sama dengan background membuat bentuk badan atlet hasil pemrosesan citra yang terdeteksi hanyalah beberapa bagian tubuh atlet saja atau tidak sama dengan bentuk asli. Ditambah lagi tempat tumpu yang terlihat miring dari kamera membuat titik awal yang ditetapkan oleh peneliti menjadi berbeda dengan yang dilalui oleh atlet, hal ini membuat penetapan titik awal pada program kurang akurat. Selain dari sistem deteksi, kesalahan pengukuran juga bisa terjadi akibat human error atau kesalahan yang dibuat

peneliti pada saat melakukan pengukuran secara manual dilapangan. Hal tersebut yang membuat selisih pada hasil deteksi jika dibandingkan dengan pengukuran manual.

## PENUTUP

### Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan dihasilkan sistem monitoring hasil latihan atlet lompat jauh berbasis pengolahan citra digital dirancang dengan menggunakan *software delphi7*. Perancangan dimulai dengan memasukan video berformat avi kemudian video diproses dengan metode *background subtraction* dan beberapa *filter* untuk dapat dideteksi. Lalu dilakukan penyimpanan data atlet beserta data hasil latihan dalam *database*. Dari pengimplementasian metode *background subtraction* pada sistem analisis trayektori atlet lompat jauh didapatkan bahwa sistem dapat mendeteksi dan mengukur lompatan, serta menghasilkan keluaran berupa jauh lompatan, tinggi lompatan dan sudut lompatan.

### Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, Penelitian memberi saran untuk meningkatkan kemampuan perangkat lunak untuk dapat mendeteksi dan mengukur besar sudut secara realtime serta dapat mengembangkan sistem dengan memperbaiki proses pengolahan citra dan pendeteksian obyek agar dapat mencapai nilai akurasi yang lebih baik dari nilai sebelumnya.

Berdasarkan data jarak dari sistem yang dibandingkan dengan hasil pengukuran manual dan didapatkan 30 sampel memiliki selisih dari -40 sampai 38 dengan rata-rata selisih sebesar -4,6. Disimpulkan bahwa faktor kondisi lapangan dan kesalahan pengukuran manual menjadi penyebab selisih pengukuran jarak pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Fadlisyah dan Rizal. 2011. Pemograman Computer Vision Menggunakan Delphi + Vision Lab VCL 4.0.1. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Piccardi, Massimo. "Background Substraction Techiques: A Review", University of Technology Sydney, 2004.
- Ramanan, Deva. "Background Subtraction", University of California, 2013.
- Sutoyo, T, dkk. 2009, "Teori Pengolahan Citra Digital", Penerbit Andi,. Yogyakarta.
- Putra, Dharma. 2010. Pengolahan Citra Digital. Penerbit Andi : Yogyakarta.