

## ANALISIS GERAKAN HANDSPRING SENAM ARTISTIK DALAM PERSPEKTIF GERAK PADA BIOMEKANIK OLAHRAGA

**Barlian Kusuma Wardana 11060484071**

(Prodi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Surabaya)

Email : [Barliankusumawardana@gmail.com](mailto:Barliankusumawardana@gmail.com)

**Andun Sudijandoko**

Dosen Pembimbing Skripsi dan Jurnal

### Abstrak

Biomekanik olahraga merupakan ilmu yang mempelajari tentang gaya-gaya pada makhluk hidup baik internal maupun eksternal dengan hukum-hukum mekanika pada saat melakukan olahraga. *Handspring* adalah salah satu elemen kunci dari gerakan akrobat yang menghubungkan gerakan lebih lanjut dengan unsur akrobatik lainnya pada senam. Biomekanik bertugas sebagai penjelas dari gerakan *handspring*.

Tujuan dari penelitian adalah untuk memperoleh hasil analisis dari video rekaman gerakan *handspring*. Analisis yang dilakukan disini meliputi pengelompokan kelas pengungkit pada sendi pada saat melakukan gerak dan jenis gerak otot, besar gaya berat dan gaya normal agar tetap pada posisi seimbang, besar energi potensial gravitasi saat posisi lenting diudara, dan letak pusat massa pada saat posisi lenting diudara.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *testee* memiliki gaya total nol pada posisi berdiri sehingga dikatakan seimbang. Besar energi potensial gravitasi pada *testee* adalah 346,5 joule. Dengan cara *the segmental method* penentuan pusat massa berada pada koordinat 70,98 pada sumbu X dan 76,22 pada sumbu Y pada posisi lenting diudara.

Kata kunci : *handspring*, keseimbangan, gaya, pusat massa.

### Abstract

Sports Biomechanics is the study of the forces found in living organisms either internal or external to the laws of mechanics during exercise. *Handspring* is one of the key elements of acrobatics that connects movement further movement with the other elements of acrobatic gymnastics. Biomechanics served as explanatory of movement *handspring*.

The aim of the study was to obtain the results of the analysis of the recording video *handspring* movement. Analysis conducted herein include grading lever on the joint at the time of movement and type of muscle movement, great gravity and the normal force to remain in a balanced position, large gravitational potential energy when the position of resilience in the air, and the location of the center of mass at the time the position of resilience in the air.

The results showed that the *testee* has a zero net force in a standing position so that said balance. Large gravitational potential energy on the *testee* is 346.5 joules. By way of the segmental method of determining the coordinates of the center of mass is at 70.98 on the X axis and Y axis at 76.22 on resilient position in the air.

Keywords: *handspring*, balance, force, center of mass.

Senam dapat diartikan sebagai bentuk latihan fisik yang melibatkan gerakan-gerakan terpilih dan terencana untuk mencapai tujuan tertentu. Kunci dari senam adalah keindahan dari setiap gerakan, maka dari itu dinamakan senam artistik. Senam artistik memiliki berbagai nomor, pada putra memperlombakan nomor Lantai, Gelang-gelang, Kuda pelana, Palang sejajar, Palang tunggal, Meja lompat, sedangkan pada senam artistik putri memperlombakan nomer

lantai Meja lompat, Palang bertingkat, Balok Keseimbangan (Biasworo Adisuyanto, 2009: 3).

Karena senam artistik merupakan kumpulan dari berbagai gerakan yang tidak terputus, maka untuk menyambung antara satu gerakan dengan gerakan yang lain diperlukan gerak penghubung. Selain sebagai penghubung juga sebagai penguat gerakan selanjutnya yang lebih sulit. Beberapa gerak penghubung sebagai ketrampilan dasar adalah kop-kip, meroda, *round off*, dan *handspring*.

Dalam senam, *handspring* adalah salah satu elemen kunci dari gerakan akrobat yang menghubungkan gerakan lebih lanjut dengan unsur akrobatik lainnya, dengan rotasi sumbu frontal tubuh, yang dilakukan (Karacsony dan Cuk, 2005; Živčić, 2000; Živčić et al., 2007).

*Handspring* merupakan gerakan yang dimulai dari ayunan tangan keatas disertai keseluruhan tubuh terangkat untuk mendapatkan awalan yang baik, kemudian melakukan *handstand* lalu tangan menekan lantai untuk melentingkan tubuh diudara, lalu mendarat dengan kedua kaki. Inti dari gerakan *handspring* adalah pada saat posisi lenting di udara, karena awalan dari *handspring* dapat berupa gerakan lain. Dalam melakukan gerakan *handspring* diperlukan tolakan tangan yang kuat agar tubuh terangkat lebih tinggi. Diperlukan juga fleksibilitas punggung saat melakukan lenting diudara. Pada posisi lenting di udara pusat massa tubuh memiliki ketinggian tertentu dari lantai, dari ketinggian ini ada energi yang berdampak pada landing kaki ke lantai. *The motion of centre of mass (CoM) is a fundamental object of investigation in biomechanical analysis* (Horst-Moritz Maus\*, André Seyfarth and Sten Grimmer, 2011: 3511). Artinya gerakan pusat massa adalah dasar dari analisis biomekanik.

Ditip gerakan tubuh banyak otot yang melakukan tugas nya untuk menarik sendi untuk melakukan gerakan tubuh. Dari pandangan biomekanik olahraga, banyak bagian yang dapat dianalisis antara lain : pengelompokan kelas pengungkit untuk menentukan besarnya gaya, energi potensial gravitasi, posisi pusat massa tubuh, dll.

Bentuk penelitian disini menggunakan cara video analisis. Jadi *testee* akan melakukan gerakan *Handspring* lalu direkam kemudian dianalisis dengan *software*. Untuk menentukan gerakan-gerakan yang efisien agar atletnya bisa berprestasi seorang pelatih memerlukan *software* khusus (Faidillah, 2008: 2). Saat mata tidak mampu lagi melihat gerakan atlet yang cepat maka dengan *software* ini semua bisa diatasi, dengan cara memperlambat gerakan. Penganalisaan gerakan pada video yang direkam selain *software*, maka diperlukan biomekanik sebagai penjelasnya. Dari itu akan didapat besar koordinat ditiap bagian tubuh, otot apa yang berperan, berapa besar gaya dan banyak lagi yang akan dianalisis dari penelitian ini. Namun biomekanik merupakan satu dari sekian banyak ilmu tentang gerak. Biomekanik harus dikombinasikan dengan alat-alat dari ilmu kinesiologi lain untuk secara efektif menangani masalah gerakan manusia (Duane, 2007: 4).

Dapat di lihat di internet ataupun media lain bahwa penggunaan *software* vidio analisis sangat berkembang pesat guna mendukung terbentuknya atlet terbaik. Sebagai contoh acara

*sport science* yang selalu menampilkan hasil vidio analisis dari seorang atlet saat melakukan gerakan. Hasil rekam vidio seorang atlet tersebut di analisis oleh seorang ahli di bidang biomekanik olahraga.

Sebagai seorang mahasiswa ilmu keolahragaan seharusnya mampu menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi dengan ilmu pengetahuan yang berperan didalamnya. Salah satu tujuan peneliti disini ingin mengembangkan penerapan biomekanik diolahrag, yang menurut peneliti kurang begitu berkembang di Indonesia dilihat dari belum adanya jurusan khusus biomekanik olahraga, sedikitnya literatur di internet dan bentuk buku tentang biomekanik olahraga berbahasa Indonesia, dan masih banyak yang lainnya.

### Metode Penelitian

Menurut Yin (2011: 1), bahwa :

“studi kasus adalah salah satu metode penelitian ilmu-ilmu sosial. Secara umum, studi kasus merupakan strategi yang lebih cocok bila pokok pertanyaan suatu penelitian berkenaan dengan *how* atau *why*, bila peneliti hanya memiliki sedikit peluang untuk mengontrol peristiwa-peristiwa yang akan diselidiki, dan bilamana fokus penelitiannya terletak pada fenomena kontemporer (masa kini) di dalam konteks kehidupan nyata”.

Pada subyek tunggal, studi kasus dikenal dengan studi kasus eksplanatoris. Studi kasus dapat dilakukan pada penelitian dengan sumber data yang sangat kecil seperti satu orang, satu keluarga, satu RT, satu desa, satu kecamatan, satu kabupaten, satu provinsi, satu negara, bahkan satu benua. (Burhan bungin, 2008: 229). Maka dari itu penelitian ini hanya melibatkan satu atlet senam artistik.

Analisis video biomekanik ini merupakan jenis penelitian kualitatif deskriptif. Analisis ini akan menghasilkan gambaran-gambaran tentang aspek biomekanik yang ada pada orang uji yang di teliti. Data atau informasi dari penelitian kualitatif biasanya bersifat deskriptif, komparatif, asosiatif. (Ghony & Almanshur, 2012: 125). Sedangkan Menurut Carl J. Payton (2008: 8) bahwa :

“*Qualitative analysis involves a detailed, systematic and structured observation of the performer's movement pattern. The video image is displayed on a TV monitor or computer screen and observed in real-time, slow motion and frame-by-frame. Often, multiple images, e.g. front and side views, are displayed simultaneously to allow a more complete analysis to be undertaken. The purpose of this type of analysis is often to establish the quality of the movement being*

observed in order to provide some feedback to the performer”.

Artinya Analisis kualitatif melibatkan pengamatan rinci, sistematis dan terstruktur dari pola gerakan pemain itu. Gambar video ditampilkan pada monitor TV atau layar komputer dan diamati secara langsung, gerak lambat dan *frame-by-frame*. Seringkali, beberapa gambar, misalnya pandangan depan dan samping, akan ditampilkan secara bersamaan untuk memungkinkan analisis yang lebih lengkap yang akan dilakukan. Tujuan dari jenis analisis ini sering untuk membangun kualitas gerakan yang diamati untuk memberikan umpan balik kepada subjek.

### Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di SDN Berbek III Kec. Berbek Kab. Nganjuk. Waktu pengambilan data tidak dibatasi, sampai didapatkan hasil rekaman video yang diinginkan.

### Subjek Penelitian

Subjek yang digunakan pada penelitian ini adalah pesenam putra dengan prestasi juara 2 pada kejuaraan senam antar club ke VIII 2013 dari kabupaten nganjuk.

### Instrumen Penelitian

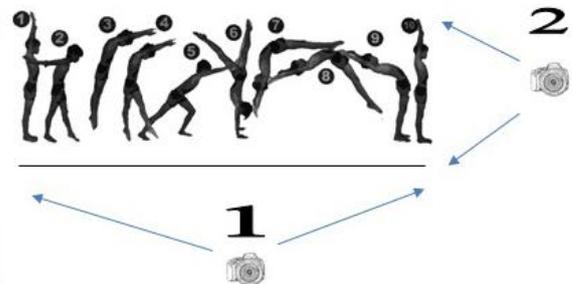
Instrumen dalam penelitian ini adalah *software tracker*. Dengan *software tracker* dapat ditentukan letak titik-titik koordinat tubuh, letak dari pusat massa, dan analisis data yang lain. Untuk mendapatkan data maka perlu alat pendukung penelitian yang terdiri dari kamera dengan kualitas HD, Tripod, Alat tulis, Roll meter, Laptop, Lakban, Matras.

### Teknik Pengumpulan Data

Untuk pengumpulan data peneliti menggunakan cara observasi. Metode observasi (pengamatan) merupakan sebuah teknik pengumpulan data yang mengharuskan peneliti turun ke lapangan mengamati hal-hal yang berkaitan dengan ruang, tempat, pelaku, kegiatan, benda-benda, waktu, peristiwa, tujuan, dan perasaan.

1. Mengukur massa badan dan tinggi badan testee
2. Mengkondisikan matras
3. Memberi tanda pada matras dengan lakban agar testee tidak keluar jalur saat melakukan gerakan

4. Mempersiapkan kamera dengan sudut sekecil mungkin dari testee yang dapat merekam keseluruhan gerak. Kamera nomor 1 merekam gerakan dari samping, kamera nomor 2 merekam penampakan gerak dari depan.



Gambar 3.1 Peletakan Kamera Sesuai Tugas

### Teknik Analisis Data

Setelah mendapatkan hasil rekaman, analisis dilakukan dengan menggunakan *software tracker*. Analisis data untuk penelitian kualitatif adalah upaya yang dilakukan dengan jalan bekerja dengan data, mengorganisasikan data, memilah-memilahnya menjadi satuan unit yang dapat dikelola, mensintetiskannya, mencari dan menemukan pola, menemukan apa-apa yang penting dan apa-apa yang dipelajari, dan memutuskan apa-apa yang dapat diceritakan kepada orang lain. Akan ada beberapa macam kegiatan dalam penganalisisan data, antara lain:

1. Video diamati tiap gerak dengan cara di perlambat
2. Menentukan jenis gerakan otot tiap rangkaian gerak
3. Menentukan jenis ungkitan
4. Mengukur tinggi
5. Menentukan koordinat pada tubuh untuk menemukan letak pusat massa pada posisi lenting di udara

Menghitung gaya total yang bekerja pada posisi keseimbangan statis, menghitung besar energi potensial gravitasi, dan menentukan posisi pusat massa.

### Hasil Penelitian

Dalam bab ini peneliti menyajikan hasil penelitian atau analisa yang telah didapatkan dan juga hasil pembahasannya. Hasil penelitian sesuai dengan tujuan dan rumusan masalah yang ada.

Data penelitian yang diperoleh yaitu:

1. pengelompokan kelas pengungkit pada sendi pada saat melakukan gerak dan jenis gerak otot
2. besar gaya berat dan gaya normal agar tetap pada posisi setimbang

3. besar energi potensial saat posisi lenting diudara
4. letak pusat massa pada saat posisi lenting diudara

Data diri Testee :

Nama : Ahmad Agung Firmansyah

Tinggi Badan : 155 cm

Massa Badan : 47 kg

Otot	: <i>Musculus Iliopsoas</i> <i>Musculus Pectineus</i> <i>Musculus Tensor Fasciae Latae</i>
Ungkitan	: Kelas 3
Gerakan	: <i>Flexi</i> pada Paha
Pembahasan	: Menaikan kaki adalah hasil dari aktifitas <i>M.Iliopsoas</i> bukan otot perut. <i>M.Pectineus</i> ikut terlibat dengan jalan menaik turunkan kaki. <i>M.Tensor fascia latae</i> digunakan untuk menjaga agar langkah kaki tetap kedepan.

**Tabel 4.1** Gerakan *Flexi* pada paha saat melakukan *handspring*



**Gambar 4.1** Gerakan *Flexi* pada paha saat melakukan *handspring*

Otot	: <i>Musculus Trapezius</i> <i>Musculus Rhomboideus, major minor</i> <i>Musculus Deltoideus</i> <i>Musculus Latissimus Dorsi</i>
Ungkitan	: Kelas 3
Gerakan	: <i>Cirkumduksi</i> pada tangan
Pembahasan	: gerakan ini merupakan kombinasi dari <i>flexi, abduksi, extensi, adduksi, dan rotasi</i> . <i>M.Trapezius</i> berfungsi untuk mengangkat bahu <i>Adduksi</i> bahu dan merotasinya kedepan. <i>M.Rhomboideus</i> dan <i>M.Trapezius</i> bekerja bersama-sama dalam mengadduksi. <i>M.Deltoideus</i> juga membantu untuk mengangkat bahu. <i>M.Latissimus dorsi</i> untuk menarik lengan pada saat posisi lengan sudah diatas.

**Tabel 4.2** Gerakan *Cirkumduksi* pada tangan saat melakukan *handspring*



**Gambar 4.2** Gerakan *Cirkumduksi* pada tangan saat melakukan *handspring*

Otot	: <i>Musculus Flexor Digitorum Longus</i> <i>Musculus Peroneus Longus</i> <i>Musculus Soleus</i> <i>Musculus Tibialis Posterior</i> <i>Musculus Gastrocnemius</i> <i>Musculus Gluteus maximus, minimus</i>
Ungkitan	: Kelas 3 kecuali pada <i>M.Soleus</i> dan <i>M.Gastrocnemius</i> ungkitan yang terjadi adalah kelas 1,
Gerakan	: Pelantar Flexi pada pergelangan kaki kanan
Pembahasan	: <i>M.flexor digitorum longus</i> berfungsi untuk melakukan gerakan <i>plantar flexi</i> pada pergelangan kaki kanan dan mengangkat tubuh. <i>M.peroneus longus</i> membantu <i>M.flexor digitorum longus</i> agar gerakan tetap lurus. <i>M.Gastrocnemius</i> membantu untuk mengikat tubuh. <i>M.Soleus</i> merupakan otot yang paling penting dalam menghasilkan <i>plantar flexi</i> . Setiap gerakan dengan berat badan tertumpu di ujung jari selalu mengunakan otot ini.
Otot	: <i>Musculus Vastus lateralis (externus)</i> <i>Musculus vastus Intermedius</i> <i>Musculus vastus medialis (internus)</i> <i>Musculus Iliopsoas</i>
Ungkitan	: Kelas 3
Gerakan	: Flexi kaki kiri
Pembahasan	: <i>M. Vastus lateralis (externus)</i> <i>M.vastus Intermedius</i> <i>M.vastus medialis (internus)</i> bekerja bersama-sama agar kaki tetap lurus seperti berdiri. <i>Musculus Iliopsoas</i> berfungsi untuk mengangkat kaki keatas.

**Tabel 4.3** Tabel gerakan *Pelantar Flexi* dan *Flexi* saat melakukan *handspring*



**Gambar 4.3** Gerakan *Pelantar Flexi* dan *Flexi* saat melakukan *handspring*

Otot	: <i>Musculus Latisimus Dorsi</i> <i>Musculus Gluteus Maximus</i>
Ungkitan	: Kelas 3
Gerakan	: <i>Hyperextensi</i> pada punggung ( melentukan tubuh kea rah belakang )
Pembahasan	: <i>M.Latisimus dorsi</i> berkontraksi ketiga badan telur kebelakang. <i>M.gluteus maximus</i> berfungsi untuk memperkokoh paha.

**Tabel 4.4** Tabel gerakan *Hyperextensi* pada punggung saat melakukan *handspring*



**Gambar 4.4** Gerakan *Hyperextensi* pada punggung saat melakukan *handspring*

Benda-benda paling tidak memiliki satu gaya yang bekerja pada mereka (gravitasi), dan jika benda-benda tersebut dalam keadaan diam, maka pasti ada gaya lain yang juga bekerja sehingga gaya total menjadi nol. Sebuah benda yang diam pada suatu alas, maka mempunyai dua gaya yang bekerja padanya yaitu gaya berat dari benda kearah bumi, kemudian gaya normal yang diberikan alas tegak lurus dengan alas tersebut. Maka dari itu benda dikatakan seimbang statis.



**Gambar 4.5** Keseimbangan pada *Handspring*

Pada posisi diam seperti gambar menunjukkan dua gaya berkerja yaitu gaya normal yang arahnya tegak lurus degan matras dan gaya berat yang arahnya ke pusat bumi. Maka dari itu gaya total adalah nol. Dapat di tunjukan dengan **Persamaan 2.1** :

$$\begin{aligned} W &= m \cdot g \\ N &= m \cdot g \end{aligned}$$

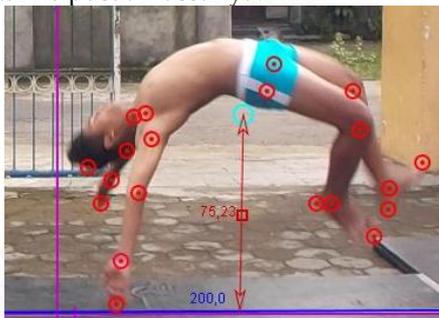
W = Gaya Berat (newton)  
N = Gaya Normal (newton)

Diketahui massa tubuh 47 kg dan besar gaya gravitasi yang dialami adalah 9,8 m/s<sup>2</sup>. Maka dapat di ketahui bahwa besar Gaya Berat (W) adalah 47 kg dikalikan 9,8 m/s<sup>2</sup> sama dengan 460,6 N, sedangkan besarnya Gaya Normal (N) adalah 47 kg dikalikan dengan 9,8 m/s<sup>2</sup> sama dengan 460,6 N. Karena kedua arah gaya berlawanan maka nilai dari Gaya totalnya adalah Gaya Normal dikurangi dengan Gaya Berat, yang hasil nya adalah nol. Ini sesuai pula dengan hukum Newton I "Kelembaman".

Suatu benda yang berada pada ketinggian memiliki energi yang disebut energi potensial. Pada posisi lenting di udara pada gerakan *Handspring* seorang pesenam memiliki besaran energi potensial pada dirinya. Dapat diketahui berapa besar energi potensial tersebut dengan **Persamaan 2.2** yaitu :

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

E<sub>p</sub> merupakan singkatan dari energi potensial, m merupakan massa dari benda yang berada pada ketinggian tersebut, g merupakan besar gaya gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>), h merupakan ketinggian benda diukur dari lantai ke pusat massanya.



**Gambar 4.6** Ketinggian pusat massa

Diketahui massa dari testee adalah 47 kg, besarnya gaya gravitasi 9,8 m/s<sup>2</sup>, ketinggian 75,23 (0,7523 meter) cm. Maka besar energi potensialnya adalah massa tubuh (47kg) dikali

gaya gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>) dikali tinggi (0,7523 meter) sama dengan 346,5 Joule.

Point	x	Y
R Finger	22,65	3,36
R Wrist	24,22	19,95
R Elbow	30,94	46,19
R Shoulder	35,87	66,81
L Finger	16,82	41,93
L Wrist	20,63	50,67
L Elbow	26,68	62,33
L Shoulder	33,86	76,46
R Toe	120,9	29,6
R Heel	98,88	42,15
R Ankle	104,7	42,15
R Knee	115,5	70,4
R Hip	79,82	85,2
L Toe	139	57,85
L Heel	126,2	39,9
L Ankle	126,5	47,98
L Knee	112,8	85,2
L Hip	82,73	95,29
Vertex	11,88	56,05
Neck	29,37	75,34
Mid Shoulder	34,86	71,63
Mid Hip	81,27	90,24

**Tabel 4.5** Koordinat tiap bagian tubuh  
Pengambilan koordinat tiap point sesuai dengan Gambar 2.16 *Segment definition employed in the anthropometric model of Zatsiorsky and Seluyanov (Zatsiorsky, 2002) adjusted by de Leoa (1996)*. Koordinat tersebut didapat dari analisis pada software tracker.

Berdasarkan tabel 4.5 didapatkan koordinat pusat massa ditiap bagian tubuhnya. Dengan memasukan besar koordinat X dan Y pada persamaan 2.4.

$$\begin{aligned} X_{CM} &= (X_D)(\%cm) + (X_P)(1 - \%cm) \text{ -or-} \\ &(X_P) + (\%cm)(X_D - X_P) \\ Y_{CM} &= (Y_D)(\%cm) + (Y_P)(1 - \%cm) \text{ -or-} \\ &(Y_P) + (\%cm)(Y_D - Y_P) \end{aligned}$$

**Persamaan 2.4** Pusat massa perbagian

Besarnya presentase pusat massa di tiap bagian tubuh berbeda-beda. Besar presentase di sajikan pada tabel 2.1. Menentukan pusat massa perbagian tubuh berguna untuk menentukan keseluruhan pusat massa tubuh.

Segment	Distal to Proximal	Segment Length Percents	Koordinat pusat massa perbagian tubuh	
			x	y
R Hand	R Finger to R Wrist	79,00 %	22,98	6,84
R Forearm	R Wrist to R Elbow	45,74 %	27,87	34,19
R Upperarm	R Elbow to R Shoulder	57,72 %	33,02	54,91
L Hand	L Finger to L Wrist	79,00 %	17,62	43,76
L Forearm	L Wrist to L Elbow	45,74 %	23,91	57
L Upperarm	L Elbow to L Shoulder	57,72 %	29,72	68,31
R Foot	R Toe to R Heel	44,15 %	108,60	36,60
R Shank	R Ankle to R Knee	43,95 %	110,75	57,98
R Thigh	R Knee to R Hip	40,95 %	94,43	79,14
L Foot	L Toe to L Heel	44,15 %	131,85	47,82
L Shank	L Ankle to L Knee	43,95 %	118,82	68,84
L Thigh	L Knee to L Hip	40,95 %	95,04	91,16
Trunk	Mid-Shoulder to Mid-hip	43,10 %	61,27	82,22
Head-Neck	Vertex to Base of Neck	50,02 %	20,62	65,69

**Tabel 4.6** Koordinat pusat massa perbagian tubuh

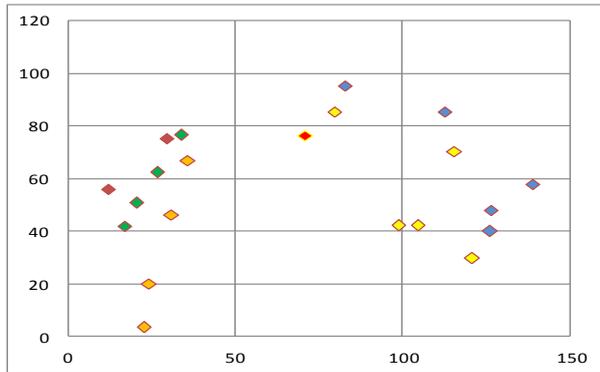
Pada tabel 4.6 didapatkan koordinat ditiap pusat massa perbagian tubuh. Tiap *segment* ditentukan dari dari titik terjauh (*distal*) dari tubuh ke titik terdekat dengan tubuh. Contoh pada *segment* tangan kanan maka ditentukan dari koordinat jari tangan kanan ke koordinat pergelangan tangan kanan tersebut. Proses selanjutnya adalah menghitung keseluruhan pusat massa.

Segment	Distal to Proximal	Segment Mass Percents	Koordinat pusat massa keseluruhan	
			x	y
R Hand	R Finger to R Wrist	0,61 %	0,14	0,04
R Forearm	R Wrist to R Elbow	1,62 %	0,45	0,55
R Upperarm	R Elbow to R Shoulder	2,71 %	0,89	1,48
L Hand	L Finger to L Wrist	0,61 %	0,11	0,27
L Forearm	L Wrist to L Elbow	1,62 %	0,39	0,92
L Upperarm	L Elbow to L Shoulder	2,71 %	0,8	1,85
R Foot	R Toe to R Heel	1,37 %	1,49	0,5
R Shank	R Ankle to R Knee	4,33 %	4,79	2,51
R Thigh	R Knee to R Hip	14,16 %	13,37	11,27
L Foot	L Toe to L Heel	1,37 %	1,87	0,65
L Shank	L Ankle to L Knee	4,33 %	5,14	2,98
L Thigh	L Knee to L Hip	14,16 %	13,48	12,91
Trunk	Mid-Shoulder to Mid-hip	43,46 %	26,63	35,73
Head-Neck	Vertex to Base of Neck	6,94 %	1,43	4,56
<b>Whole body</b>		<b>100 %</b>	<b>70,98</b>	<b>76,22</b>

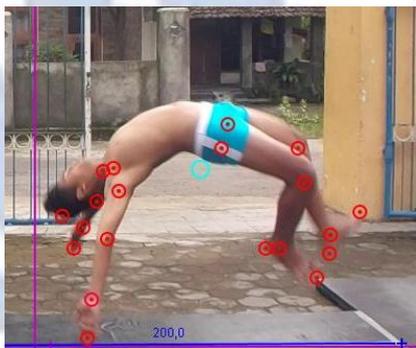
**Tabel 4.7** Koordinat pusat massa seluruh tubuh

Koordinat keseluruhan tubuh didapatkan dari hasil perkalian koordinat perbagian tubuh dengan presentase keseluruhan tubuh.

Dari tabel 4.7 dapat diketahui letak pusat massa seluruh tubuh terletak pada koordinat 70,98 : 76,22.



**Gambar 4.7** koordinat pusat massa seluruh tubuh



**Gambar 4.8** Letak pusat massa pada saat *Handspring*

Pada gambar 4.8 letak pusat massa ditandai dengan lingkaran warna biru. Semua penghitungan angka menggunakan program komputer *microsoft office excel 2007*.

### Pembahasan

Dari data hasil penelitian diatas dapat dijelaskan bahwa otot mempunyai peranan masing-masing dalam melakukan gerakan *Handspring*. Setelah diketahui otot-otot mana saja yang berperan, maka akan sangat berguna untuk program latihan di tiap bagian otot tersebut.

Dalam posisi diam gaya total yang terjadi adalah nol, karena besarnya gaya normal dan gaya beratnya sama. Pada hukum newton pertama menunjukkan bahwa benda yang diam akan terus diam tanpa ada gaya yang bekerja padanya. Apabila ada salah satu gaya yang memiliki nilai lebih besar dari gaya lainnya, maka benda akan bergerak ke arah gaya yang paling besar, dan ini tidak bisa dikatakan setimbang lagi. Dari data diatas dijelaskan menggunakan metode angka agar pemahaman lebih jelas. Diketahui massa tubuh 47 kg dan besar gaya gravitasi yang dialami adalah  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Maka dapat diketahui bahwa

besar Gaya Berat (W) adalah 47 kg dikalikan  $9,8 \text{ m/s}^2$  sama dengan 460,6 N, sedangkan besarnya Gaya Normal (N) adalah 47 kg dikalikan dengan  $9,8 \text{ m/s}^2$  sama dengan 460,6 N. Karena kedua arah gaya bellawanan maka nilai dari Gaya totalnya adalah Gaya Normal dikurangi dengan Gaya Berat, yang hasilnya adalah nol.

Pada saat posisi lenting diudara pada gerakan *handspring* ada jarak antara pusat massa dengan lantai yang disebut tinggi. Apabila suatu benda memiliki tinggi terhadap alasnya, benda tersebut memiliki energi yang disebut dengan energi potensial. Diketahui massa dari testee adalah 47 kg, besarnya gaya gravitasi  $9,8 \text{ m/s}^2$ , ketinggian 75,23 (0,7523 meter) cm. Maka besar energi potensialnya adalah massa tubuh (47kg) dikali gaya gravitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ) dikali tinggi (0,7523 meter) sama dengan 346,5 Newton.

Dari hasil perhitungan pusat massa menunjukkan bahwa pusat massa bisa berada diluar tubuh. Hal juga terjadi pada olahraga lompat galah lompat tinggi dan lain-lain. Contoh paling gampang kita bisa liat pada kue donat yang berlubang ditengah nya. Letak pusat massa donat tersebut berada pada pusat lingkaran donat tersebut.

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan analisis dan mengacu pada rumusan masalah yang ada, peneliti dapat menyimpulkan bahwa :

1. dalam gerakan *handspring* setiap otot memiliki fungsinya masing-masing dalam mendukung gerakan *handspring*. Dua otot yang paling berperan dan paling sering mengalami cedera adalah pada posisi lenting di udara yaitu otot *Musculus Latisimus Dorsi* *Musculus Gluteus Maximus* yang masuk pada kategori ungkitan kelas 3 yaitu gaya otot terletak di antara titik tumpuan dan gaya berat. Setiap benda memiliki paling tidak satu gaya yang bekerja pada nya. Apabila suatu benda memiliki gaya total nol, maka benda tersebut dikatakan setimbang. Apabila yang ada pada suatu benda hanya gaya normal dan gaya berat maka gaya total benda tersebut adalah nol. Dari penelitiann diketahui massa tubuh 47 kg dan besar gaya gravitasi yang dialami adalah  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Maka dapat di ketahui bahwa besar Gaya Berat (W) adalah 47 kg dikalikan  $9,8 \text{ m/s}^2$  sama dengan 460,6 N, sedangkan besarnya Gaya Normal (N) adalah 47 kg dikalikan dengan  $9,8 \text{ m/s}^2$  sama dengan 460,6 N. Karena kedua arah gaya bellawanan maka nilai dari Gaya totalnya adalah

Gaya Normal dikurangi dengan Gaya Berat, yang hasil nya adalah nol.

### Saran

Dari hasil penelitian diatas, peneliti mempunyai beberapa saran kepada beberapa pihak yang terkait dalam penelitian ini,

1. Saran kepada *testee*

Untuk mendukung gerakan *handspring* yang baik dan mengurangi resiko cedera, latihlah otot *Musculus Latisimus Dorsi* *Musculus Gluteus Maximus*. Otot tersebutlah yang paling mendukung pada saat posisi lenting di udara.

2. Saran kepada pelatih

Untuk pelatih senam, pada saat melatih anak didiknya melakukan gerakan *handspring*, khususnya pelatihan otot sesuai dengan hasil penelitian. Pengetahuan tentang biomekanik dan fisika pada penelitian ini sangat perlu diberikan juga pada anak didik untuk memberikan pemahaman lebih.

3. Saran kepada universitas

Dengan hasil penelitian ini diharapkan, *Sport Biomechanics* di Universitas Negeri Surabaya bisa lebih diperhatikan. Peningkatan dan penambahan sumber daya manusia mutlak perlu dilakukan. Pengetahuan olahraga yang hanya mengutamakan pengalaman dan status pelatih yang bekas atlet saja sudah suatu bentuk kemunduran olahraga di zaman modern ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Admin. 2 januari 2013. Top 10 Video Analysis Software That Could Possibly Make You Smarter (Online), (<http://www.vagueware.com/top-10-video-analysis-software-that-could-possibly-make-you-smarter/> diakses 14 maret 2014 ).

Aka, Biasworo Adisuyanto. 2009. *Cerdas Dan Bugar Dengan Senam Lantai*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.

Barsasella, Diana. 2010. *Fisika Untuk Mahasiswa Kesehatan*. Jakarta: CV. Trans Info Media.

Bungin, Burhan. 2008. *Penelitian Kualitatif: Komunikasi, Ekonomi, Kebijakan Publik, Dan Ilmu Sosial Lainnya*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Gabriella Penitente, William A. Sands, Jeni R. McNeal. 2011. "Vertical Impact Force And Loading Rate On The Gymnastics Table Vault". *Portuguese Journal of Sport Sciences*. Vol. 29 (11) : hal. 667-670.

Gabriella Penitente, William Arthur Sands, Jeal McNeal, Sarah L. Smith, Wendy Kimmel. 2010. "Investigation of Hand Contact Forces of Female Gymnasts Performing a Handspring Vault". *International Journal of Sports Science and Engineering*. Vol. 04 (2010) No. 01, pp. 015-024.

Giancoli, Douglas C. 2001, *Fisika*. Alih Bahasa Yuhilza Hanum, Edisi Kelima. Jakarta: Erlangga.

Ghony, M. Djunaidi dan Almanshur, Fauzan. 2012. *Metode Penelitian Kualitatif*. Jogjakarta: Ar-Russ Media.

Hani, Ahmadi Ruslan. 2010. *Teori Dan Aplikasi Fisika Kesehatan*. Yogyakarta: Nuha Medika.

Hartono, Soetanto. 2007. *Anatomi Dasar Dan Kinesiologi*. Surabaya: Unesa University Press.

Hidayati, Puji. 2014. Analisis Gerak Lempar Cakram Gaya Membelakangi (studi kasus atlet PON jawa timur). *Skripsi* tidak diterbitkan. Surabaya: Pendidikan Kesehatan dan Rekreasi FIK Unesa

Payton, J, Carl and M. Bartlett, Roger (Ed). 2008. *Biomechanical evaluation of movement in sport and exercise : The British Association of Sport and Exercise Sciences Guidelines*. New York.

Knudson, Duane. 2007. *Fundamentals of Biomechanics*. Second Edition. Chico USA.

Kamenka Živcic-Markovic, Aleksandra Aleksic-Veljkovic, Goran Sporiš, Ines Cavar, Zoran Milanovic. 2012. "Biomechanical Evaluation of Exercises for Performing a Forward Handspring" *Journal of Human Kinetics*. volume 34/2012, 21-32.

Kurniawan, Faidillah. 2008. *Analisis Secara Biomekanik Teknik Gerak Serang dalam Anggar*. Surabaya.

Mukholid, Agus. 2007. *Pendidikan Jasmani: Olahraga dan Kesehatan*. Edisi Kedua: Yudhistira.

Tim Penyusun. 2009. *Buku Pintar Belajar Fisika*. Nganjuk: Sagufindo Kinarya.

Tim Penyusun. 2014. *Panduan Penulisan dan Skripsi Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Unesa University Press.

Yin, Robert. 2011. *Studi Kasus Desain & Metode*. Penerjemah: M. Djauzi Mudzakir. Jakarta: Rajawali Pers.

