

# Pemodelan 3 Dimensi Notasi Laban dengan Direct Kinematic dan Matrik Transformasi

Andy Pramono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Seni dan Desain, Fakultas Sastra, Universitas Negeri Malang  
Email: [radensugih2716@yahoo.com](mailto:radensugih2716@yahoo.com)

## Abstract

*In the field of dance specially education of dance art, so far, the use of Laban notation as a writing media of work is still not many. This because there are variety of kinds and forms of Laban notation. This research aims to create a system that is capable to represent Laban notation in 3 dimension model based on human being ergonomics movement angle. Although the documentation of dance work is available, but during reimplementation, the result obtained is not the same as the actual dance. This because, the writing of dance work is still in manual, so it is unknown whether the notation that had been made is in conformity with the actual dance work. Based on the mentioned above, in the end many choreography either in Indonesia or in the world are not documented by using Laban notation, but with video media or picture.*

*This Research is done by, in the input system, is in the form of data conversion of Laban notation. The next process is the process of code transfer transformation. This process is done by joining each part of conversion data based on key frame animation parameter. After that, is the movement data transfer process, this is done by transferring transformation code to get movement data that is contain of rotation or movement data. The next is matrix movement process based on 3 dimension dot matrix movement data with direct kinematics and key frame animation parameter with reference to the amount of formed frame based on knocking time that is transferred to become the amount of frame at the forming model of dance animation movement for 3 dimension model.*

*Keywords: 3-dimension model, Laban notation, matrik transformation, direct kinematic*

## Latar Belakang

Perkembangan dunia komputer yang sedemikian pesatnya sudah dapat dirasakan oleh berbagai lini disiplin keilmuan, baik dalam bidang musik, sosial, ekonomi, dan sebagainya. Namun tidak demikian dengan bidang seni tari, selama ini karya koreografi sedikit mengalami kesulitan dalam hal dokumentasi karya mereka, para seniman tari biasanya mendokumentasikan karya mereka dalam bentuk kaset video ataupun vcd, dan selama ini tidak ada dokumentasi karya mereka yang didokumentasikan kedalam suatu notasi Laban (standar internasional untuk notasi gerak tari & koreografi), Walaupun terdapat dokumentasi suatu karya tari namun apabila diimplementasikan kembali, hasil yang diperoleh tidak sama dengan karya tari yang sebenarnya. Ini dikarenakan penulisan karya tari dalam notasi laban masih manual, sehingga tidak diketahui apakah notasi yang telah dibuat sudah sesuai dengan karya tari sebenarnya.

Dengan melihat hal tersebut diatas pada akhirnya banyak karya cipta koreografi baik di Indonesia maupun dunia yang tidak didokumentasikan dengan menggunakan notasi Laban, walaupun notasi ini sudah menjadi suatu standar

internasional sebagai notasi suatu karya koreografi. Artikel ini penerapan teknologi informasi khususnya seni tari dan sebagai upaya pembuatan system informasi digitalisasi informasi karya tari khususnya tari Indonesia dan karya tari dunia pada umumnya.

### **Rumusan Permasalahan**

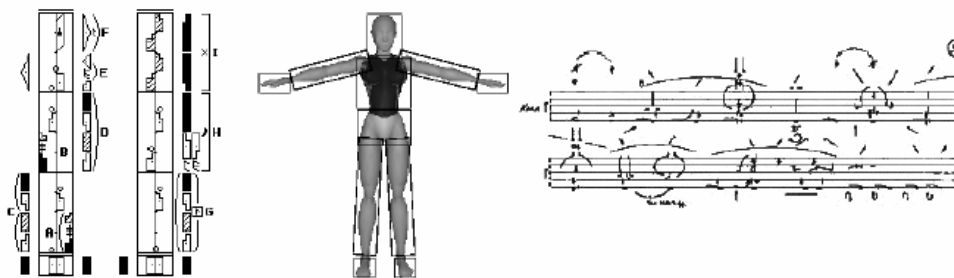
Dalam penelitian ini permasalahan yang ada yaitu bagaimana membuat aplikasi konversi notasi laban dan bagaimana memvisualisasikan notasi laban dengan pemodelan 3 dimensi guna mempermudah penggunaan notasi Laban sebagai media dokumentasi karya koreografi

### **Pengenalan Notasi Laban**

Notasi laban adalah suatu sistem yang menganalisa dan merekam pergerakan manusia. Dipublikasikan pertama kali oleh Rudolf von laban pada tahun 1879-1958 dengan nama kinetographie. Beberapa orang-orang melanjutkan untuk pengembangan notasi tersebut. Di Amerika oleh Ann hutchinson dikenal dengan Notasi laban. Notasi laban dikembangkan di Jerman oleh Albrecht knust dengan nama kinetographie laban. (Schrott, 1991:200)

Notasi laban tidak dihubungkan untuk suatu gaya tari tertentu (tidak sama dengan notasi benesh yang didasarkan pada tari balet klasik). Notasi Laban berdasar pada gerakan alami manusia, dan tiap perubahan gerakan harus secara rinci dituliskan notasinya. Notasi ini berisi beberapa gambar tentang gerakan yang dilakukan, penulisan notasi ini tidak mengoreksi gerakan tetapi melakukan gerakan.

Perbandingan notasi laban dan notasi tari. Notasi Benesh, sistem menggambarkan gerakan manusia pada pergerakan: pola lantai, arah, penempatan dan langkah (untuk tari tunggal dan kelompok), pergerakan badan, irama dan pengutaraan. Media kerja berbentuk ke samping. Notasi Laban menggambarkan pergerakan arah, penempatan, langkah, pergerakan badan, irama dan perputaran. Media kerja berbentuk ke atas.



**Gambar 1:** Penggunaan Notasi Laban dan Notasi Benesh (Hutchinson,1991)

### Tarian: Suatu DSL untuk Obyek 3D

Suatu *Domain Specific Language* (DSL) untuk gambar. Kita pertama menguraikan suatu versi Tarian yang tidak reaktif yang dipengaruhi sebagian besar oleh Notasi laban, yang dibahas pada bagian yang sebelumnya. (Thrun, 1998: 140)

Metodologi untuk merancang *Domain Specific Language* (DSL), adalah pertama melekatkan disain dalam bahasa yang fungsional, dari yang corak bahasa yang dapat diterima manusia, kemudian disalin ke prototipe bahasa baru. Ketika disain sudah dibuat dengan baik, pertimbangan dapat diberikan kepada suatu sintak dan ilmu semantik.

#### Tarian yang Tidak Reaktif

Tarian Tidak reaktif yang diilhami oleh Notasi laban, pertama kita menggambarkan beberapa jenis data yang menangkap Notasi laban seperti arah, tingkatan, dan jangka waktu:

```
Arah = Array("Left", "Right", "Forward", "Backward", "Center", "LFD", "LBD", "RFD", "RBD")
Tingkat = Array("Low", "Mid", "High")
waktu = Array("Zero", "Quarter", "Half", "ThreeFourths", "Full")
```

#### Listing 1: Listing jenis data

*Arah* menghadirkan Notasi laban yang secara langsung dari lambang dari figur 1(b), dan *Tingkat* menangkap tingkatan. *Waktu* lama Bergeraknya suatu lambang.

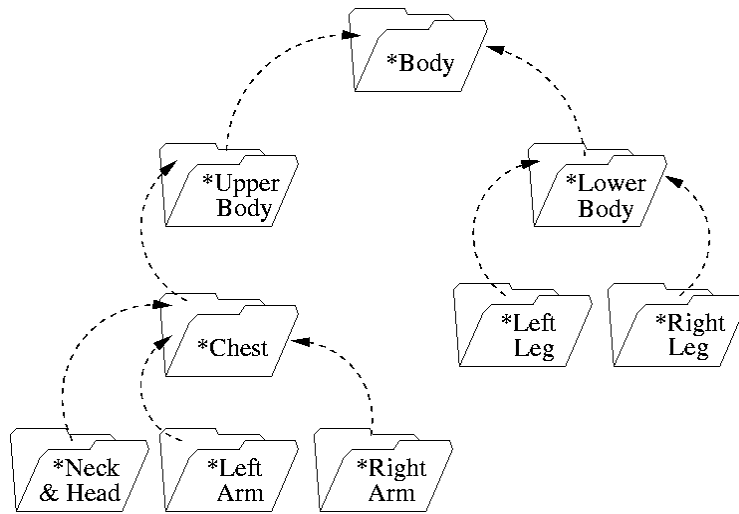
### ANATOMI TUBUH MANUSIA

Desain anatomi tubuh manusia dapat dengan singkat digambarkan sebagai suatu komposisi tulang. Tulang dibentuk oleh sekitar 206 tulang secara keseluruhan yang dipasang satu sama lain bersambungan, dan menjadi dasar bagi semua keseluruhan bentuk manusia. Kita juga menggunakan istilah bagian badan untuk menyatakan keterhubungan antar bagian tubuh utama dari model manusia.

Untuk menghadirkan model manusia, kita sudah menggunakan struktur sederhana tubuh manusia yang diusulkan oleh Gavrilu. (Elliott, 1997:290) . Dalam rangka menghasilkan suatu mode baru berdasar pada suatu pendekatan anatomi, orientasi dan posisi hubungan. Bagian 2.10 menjelaskan keterhubungan bagian tubuh manusia

### STRUKTUR HIRARKI KETERHUBUNGAN BAGIAN BADAN

Hirarki bagian badan terhubung seperti segmen garis yang mana pergerakan dijelaskan oleh keterhubungan antar bagian badan. Aspek implementasi keterhubungan, suatu struktur badan memelihara beberapa informasi umum, mencakup suatu topological struktur pohon. Topologi yang hirarki mengarahkan perkembangan gerakan dari akar ke pusat. Masing-Masing sambungan suatu badan diwakili oleh satu atau lebih titik dari pohon, tergantung derajat keterhubungan dan masing-masing posisi digambarkan ditempat dalam hubungan dengan titik orangtua di hirarki tersebut. (Elliott, 1997:292)

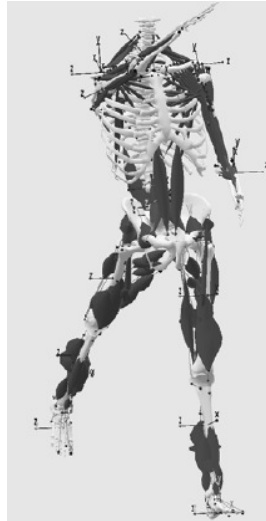


**Gambar 2:** Hirarki keterhubungan bagian badan (Thalman, 1988)

*Body* (Gambar 2) merupakan pusat dari pergerakan tubuh manusia yang mana pergerakan selanjutnya dibagi bagian *Upper body* (*head, arm & neck*) dan seterusnya dan bagian *lower body* (*left & right leg*).

### MODEL 3 DIMENSI MANUSIA

Model manusia meliputi cakupan luas masalah yang harus dipecahkan, penyampaian tubuh manusia, kinematika dan dinamika. Kinematika adalah suatu ilmu mengenai pergerakan tanpa memusatkan pada kekuatan, yang mempengaruhi pergerakan. Kinematika adalah dibagi menjadi langsung dan kinematika balikan. Kinematika depan mendapatkan posisi dan orientasi dari segmen terakhir didalam suatu rantai kinematika dengan penjelasan sudut untuk tiap-tiap gabungan. Pada sisi lain, kinematika balikan menghitung sudut yang menghubungkan suatu rantai kinematika berdasar pada orientasi dan posisi segmen kinematika terakhir. (Elliott, 1997:293)



**Gambar 3:** Struktur perputaran pada tubuh manusia  
(Thalman, 1988)

Dinamika berdasar hukum fisik dan menggunakan berbagai kekuatan dan tenaga gerak yang dapat berbeda menurut waktunya. dinamika dibagi menjadi depan dan kebalikan. Dinamika depan menetapkan kekuatan dan tenaga gerak kepada bagian badan. Di mana nilai-nilai kekuatan dan tenaga gerak diketahui. Dinamika Kebalikan berhadapan dengan penentuan kekuatan dan tenaga gerak yang diperlukan untuk jangkauan yang diperlukan. Pada penelitian ini bagian badan untuk selanjutnya akan dikodekan seperti pada tabel 1

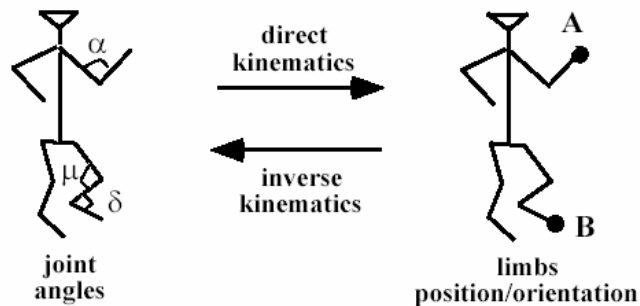
**Tabel 1:** Kode bagian badan

Kode	Keterangan
00	Kepala
01	Badan Atas
10	Badan Bawah
21	Lengan Kanan Atas
22	Lengan Kanan Tengah
23	Lengan Kanan Bawah
31	Lengan Kiri Atas
32	Lengan Kiri Tengah
33	Lengan Kiri Bawah
41	Kaki Kanan Atas
42	Kaki Kanan Tengah
43	Kaki Kanan Bawah
51	Kaki Kiri Atas
52	Kaki Kiri Tengah
53	Kaki Kiri Bawah

## DIRECT KINEMATIC

Sebagai tersebut di atas, *direct kinematic* dengan tegas menetapkan perputaran di sambungan bagian badan (perubahan bentuk lokal). Suatu perubahan posisi terjadi pada *direct kinematic* apabila terjadi perubahan sudut pada bagian tubuh yang mengalami perubahan posisi. (Hudak, 1996:150)

Perubahan bentuk global (berbentuk keseluruhan badan) terjadi bila terjadi transformasi badan bawah. Disana terjadi satu perubahan bentuk geometris basis dasar perputaran.

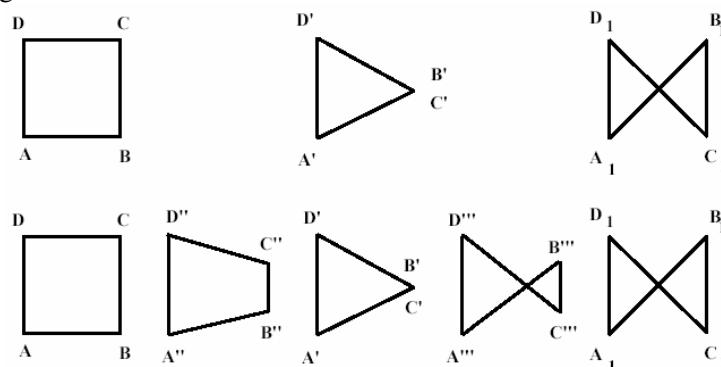


**Gambar 4:** Penggunaan Direct kinematic (Thalman, 1988)

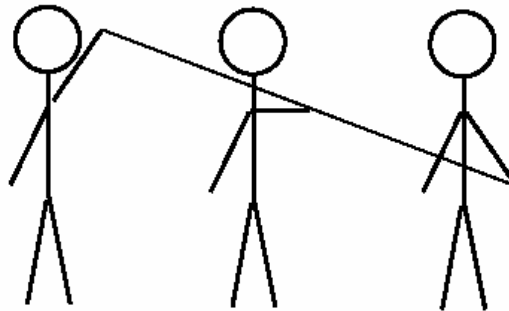
## ANIMASI PARAMETER KEYFRAME

Animasi parameter keyframe adalah animasi yang didasarkan pada prinsip suatu kesatuan yang ditandai oleh parameter. Animator menciptakan keyframes dengan penetapan parameter yang sesuai waktu, parameter kemudian diinterpolasi dan gambar akhir akhirnya dapat tersaji secara langsung sesuai parameter yang dimasukkan. (Hudak, 1996:160)

Prinsip yang mendasar pada parameter animasi keyframe ialah menggunakan linier interpolasi yaitu membuat frame diantara 2 keyframe yang ada berdasarkan sudut dan waktu yang ada.



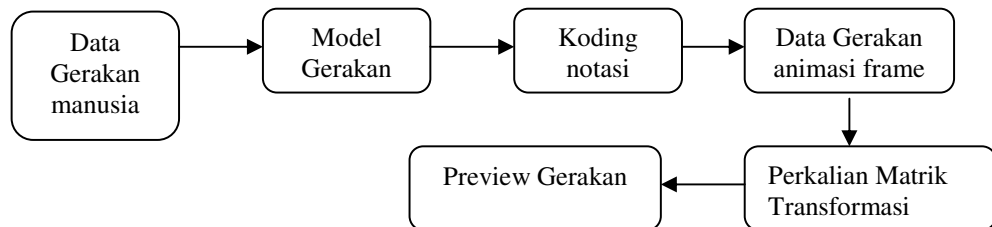
**Gambar 5:** Linier Interpolasi (Thalman, 1988)



**Gambar 6:** Penggunaan Linier Interpolasi untuk Animasi pada tangan (Thalmann, 1988)

### Analisa Rencana Penelitian

Pada konsep penelitian editor notasi laban dalam pemrosesan dan pemetaan gambar ini data diambil dari pemilihan notasi yang akan dilakukan dengan cara pemilihan gambar dari data yang diberikan kemudian akan terjadi proses penterjemahan menjadi notasi laban yang diberikan dimana akan dihasilkan rangkaian notasi laban hasil dari pemilihan gambar. Tujuan dari proses editor notasi laban dalam pemrosesan dan pemetaan gambar ialah untuk data dokumentasi gerakan-gerakan tari yang diwujudkan dalam bentuk notasi laban sekaligus dapat menyimpan notasi dan mencetak dokumentasi tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap seperti dapat dilihat pada gambar 7.



**Gambar 7:** Blok diagram sistem yang diajukan

Tahap penelitian ini yaitu mencari model gerakan yang sesuai untuk manusia mulai gerakan kepala sampai dengan kaki, yang mana pengambilan data dilakukan dengan pengukuran langsung, setelah itu ditentukan model yang system. Tahap selanjutnya memetakan notasi laban untuk dapat ditentukan kode per notasi yang ada per bagian tubuh, selanjutnya dari data ini akan dilakukan proses transformasi kedalam media rangkaian notasi laban untuk dapat dilakukan proses penambahan notasi atau editing notasi yang sudah dipilih. Apabila langkah editor sudah selesai langkah selanjutnya adalah proses penyimpanan data yang selanjutnya dapat dilakukan proses pencetakan notasi laban.

## **KONVERSI NOTASI LABAN**

Pada Tahap konversi notasi laban dilakukan konversi notasi laban menjadi teks kode laban. Proses ini diterapkan berdasarkan perbagian tubuh, antara lain: kepala, tangan, badan, dan kaki. Untuk Tangan dibagi menjadi 3 bagian, yaitu lengan atas, lengan tengah dan lengan bawah. Untuk Kaki dibagi menjadi 3 bagian, yaitu Kaki atas, Kaki tengah dan Kaki bawah.

### **Model 3 Dimensi Manusia**

Untuk model tubuh kita harus memilih suatu penyajian yang sesuai. Tubuh terdiri dari tulang dan hubungan antar tulang yang membentuk suatu struktur hirarkis pohon. Sebab tubuh adalah sangat kompleks, kita memutuskan untuk menggunakan model tulang yang disederhanakan. Tulang dapat dijelaskan sebagai kumpulan obyek sederhana yang terhubung (Angel, 2001:216) . Kompleksitas dari tulang disebut juga degree of freedom ( DOF) di mana jika satu DOF diwakili oleh satu poros pemutaran. Maka kita dapat dengan mudah mendapatkan perkiraan terperinci lebih dari 200 DOF. Struktur pembagian tubuh secara sederhana dipaparkan pada tabel 5.2.1.

### **SUDUT ERGONOMIK GERAKAN MANUSIA**

Berdasarkan penelitian Maret 2008 di Malang terhadap sekitar 30 orang yang terdiri dari dosen dan mahasiswa tentang analisa range sudut ergonomik gerakan manusia maka dapat dideskripsikan sudut ergonomik gerakan manusia pada ke 15 bagian tubuh manusia sederhana berdasarkan tingkat umur dapat dihasilkan untuk Sumbu X sekitar 80% memiliki korelasi negatif dan signifikan terhadap umur, Sumbu Y sekitar 100% memiliki korelasi negatif dan signifikan terhadap umur & Sumbu Z sekitar 100% memiliki korelasi negatif dan signifikan terhadap umur.

Pergerakan sudut gerakan manusia secara ergonomik memiliki jangkauan minimum dan maksimum sudut gerakan seperti dipaparkan pada tabel 9. Yang merupakan dasar optimasi gerakan model 3 dimensi.

**Table 2:** Pembagian bagian tubuh manusia

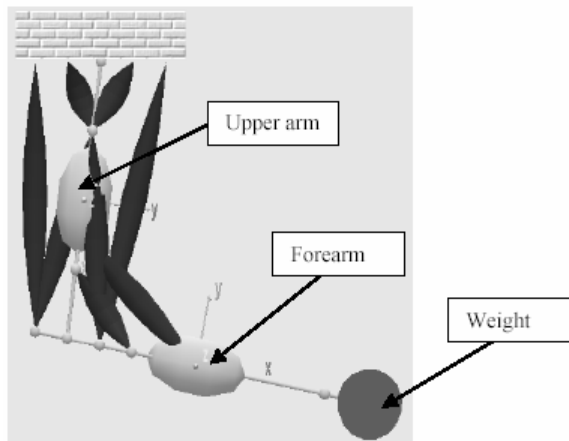
<b>Bagian Tubuh</b>
Kepala
Badan Atas
Badan Bawah
Lengan Kiri Atas
Lengan Kiri Tengah
Lengan Kiri Bawah
Lengan Kanan Atas
Lengan Kanan Tengah
Lengan Kanan Bawah
Kaki Kiri Atas
Kaki Kiri Tengah
Kaki Kiri Bawah



<b>Bagian Tubuh</b>
Kaki Kanan Atas
Kaki Kanan Tengah
Kaki Kanan Bawah

**GERAKAN BAGIAN TUBUH MODEL 3 DIMENSI**

Bagian tubuh manusia dan bagian lain yang berhubungan disebut dengan multibodi sistem (Angel, 2001:220). Yang mana keterkaitan gerakan dari bagian tubuh akan mempengaruhi bagian tubuh yang lain. Pergerakan yang terjadi pada satu atau beberapa bagian dari tubuh akan berpengaruh pada gerakan dan posisi bagian tubuh, sebab pada gerakan bagian tubuh induk akan berkorelasi langsung terhadap gerakan bagian tubuh anak Sebagai contoh gerakan yang dilakukan pada lengan atas yang digerakkan ke atas, maka lengan tengah dan lengan bawah akan mengikuti gerakan yang terjadi pada lengan atas, seperti diperlihatkan pada gambar 8.



**Gambar 8:** pergerakan pada lengan (Rasmussen, 2002)

Pada penelitian ini keterkaitan gerakan bagian tubuh sederhana pada model 3 dimensi dipaparkan pada tabel 3

**Tabel 3:** Data Keterkaitan Bagian tubuh sederhana

Nama Obyek	Master Obyek
<b>Kepala</b>	<b>Badan Atas</b>
<b>Badan Atas</b>	<b>Badan Bawah</b>
<b>Badan Bawah</b>	
<b>Lengan Kiri/Kanan Atas</b>	<b>Badan Atas</b>
<b>Lengan Kiri/Kanan Tengah</b>	<b>Lengan Kiri/Kanan Atas</b>
<b>Lengan Kiri/Kanan Bawah</b>	<b>Lengan Kiri/Kanan Tengah</b>
<b>Kaki Kiri/Kanan Atas</b>	<b>Badan Bawah</b>
<b>Kaki Kiri/Kanan Tengah</b>	<b>Kaki Kiri/Kanan Atas</b>
<b>Kaki Kiri/Kanan Bawah</b>	<b>Kaki Kiri/Kanan Tengah</b>

Sedang untuk pergerakan perputaran perbagian tubuh seperti dipaparkan pada penelitian John, dkk: Bagian tubuh sederhana memiliki gerakan perputaran pada sumbu X, Y dan Z. Namun perputaran tersebut tidaklah sama antara satu bagian dengan bagian yang lain. Sebab ini berkaitan dengan tingkat ergonomik gerakan bagian tubuh manusia. Untuk lebih jelas perputaran bagian tubuh manusia secara sederhana dapat dipaparkan pada tabel 4.

**Tabel 4:** Data sumbu perputaran Bagian tubuh sederhana

Bagian Tubuh	Perputaran
Kepala	XYZ
Badan Atas	XYZ
Badan Bawah	XYZ
Lengan Kiri Atas	XYZ
Lengan Kiri Tengah	YZ
Lengan Kiri Bawah	XY
Lengan Kanan Atas	XYZ
Lengan Kanan Tengah	YZ
Lengan Kanan Bawah	XY
Kaki Kiri Atas	XYZ
Kaki Kiri Tengah	XZ
Kaki Kiri Bawah	XY
Kaki Kanan Atas	XYZ
Kaki Kanan Tengah	XZ
Kaki Kanan Bawah	XY

### **Bagian Tubuh Model 3 Dimensi & Normalisasi**

Proses ini dilakukan untuk mengetahui apakah besaran sudut yang dilakukan pada masing-masing frame gerakan dari bagian tubuh model 3 dimensi memenuhi syarat kondisi perputaran maksimum dari sudut perputaran yang dialokasikan per bagian badan

Langkah ini dilakukan dengan membandingkan sudut perputaran yang didapat dari proses konversi data gerakan yaitu sudut X, Y dan Z (yang mana sumbu perputaran masing-masing obyek badan dapat dilihat pada tabel 3.8) dengan data ergonomik gerakan simulasi tubuh manusia yang dipaparkan pada tabel 3.14 dibawah ini. Apabila data sudut perputaran masih memenuhi syarat maka proses dapat dilanjutkan namun apabila melebihi standar data ergonomik simulasi tubuh manusia maka dilakukan normalisasi, yaitu pengisian data sudut gerakan dengan standar data ergonomik simulasi tubuh manusia.

### **Matrik Transformasi Model 3 Dimensi**

Setelah sudut perputaran gerakan sudah didapatkan maka dilakukan proses pembentukan matrik transformasi. Proses ini dilakukan dengan melakukan perkalian matrik dengan sudut perputaran gerakan untuk masing-masing obyek badan dari masing masing frame menggunakan metode kinematika langsung sehingga dapat terbentuk linier interpolasi dari animasi parameter keyframe. Proses pembentukan ini dilakukan mulai dari badan bagian bawah yang merupakan pusat gerakan tubuh manusia [12]. Setelah Matrik transformasi untuk badan bagian

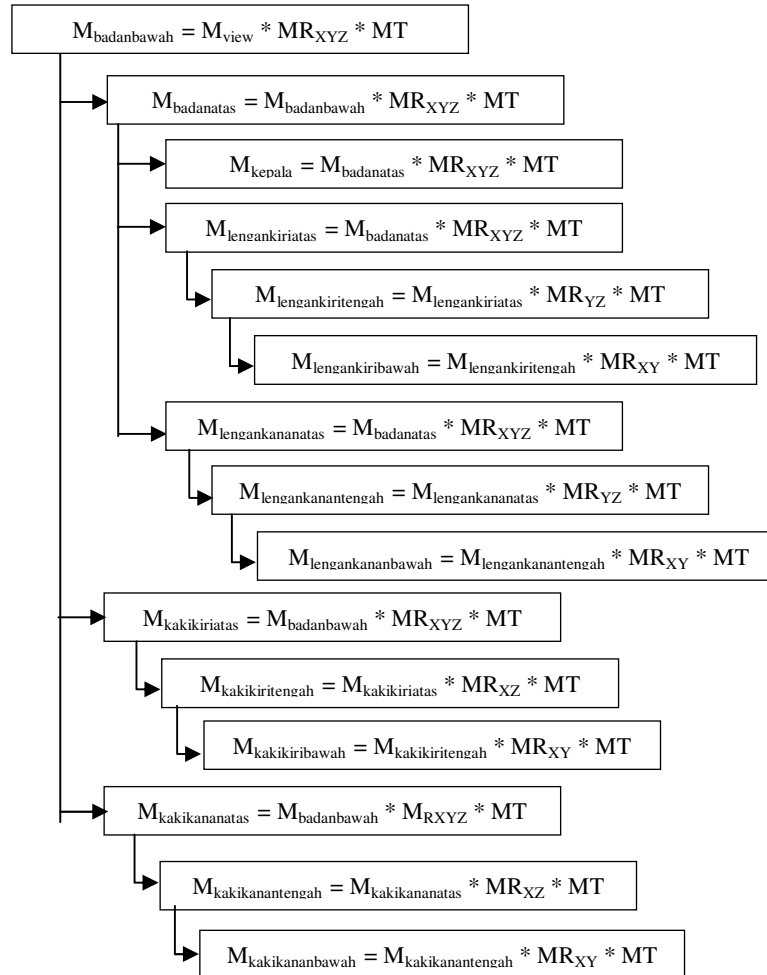
bawah terbentuk untuk selanjutnya dilakukan proses perkalian matrik sesuai dengan struktur hirarki tubuh manusia. Secara lengkap pembentukan matrik transformasi dipaparkan pada gambar 3.6. Setelah matrik transformasi 3 dimensi obyek badan terbentuk dilakukan maka hasil dapat langsung dipresentasikan dengan terbentuknya animasi obyek 3 dimensi

**IMPLEMENTASI PEMODELAN 3D NOTASI LABAN**

Untuk mengobservasi dan menganalisa system ini dilakukan pada gerakan melompat dengan posisi tangan mengarah keatas kode laban yang didapatkan berdasarkan notasi yang digambarkan pada score.

**Tabel 5.:** Besar sudut ergonomik gerakan bagian tubuh sederhana

Obyek	Rotation								
	X			Y			Z		
	Status	Min	Max	Status	Min	Max	Status	Min	Max
<b>Kepala</b>	T	-47	21	T	-34	31	T	-53	52
<b>Badan Atas</b>	T	-20	15	T	-24	19	T	-32	33
<b>Badan Bawah</b>	T	-79	24	T	-31	27	T	-71	67
<b>Tangan Kiri/Kanan</b>									
<b>Lengan Atas</b>	T	-69	173	T	-49	155	T	-86	82
<b>Lengan Tengah</b>	T	0	125	F	0	0	T	-65	68
<b>Lengan Bawah</b>	T	-73	80	T	-33	43	F	0	0
<b>Kaki Kiri/Kanan</b>									
<b>Kaki Atas</b>	T	-51	77	T	-25	73	T	-86	70
<b>Kaki Tengah</b>	T	0	111	F	0	0	T	-33	40
<b>Kaki Bawah</b>	T	-72	20	T	-17	16	T	-25	20



Gambar 9: Keterhubungan matrik transformasi model 3 dimensi





Tabel 6: implementasi notasi laban kedalam kode laban

Gerakan & Notasi Laban	Kode Laban
	41100515002140031400

Berdasarkan tabel 6 gerakan yang dilakukan pada contoh diatas posisi kaki kiri melompat kearah belakang, kaki kanan melompat kedepan, sedang kedua tangan

dengan posisi mengangkat keatas. Kode laban yang diinputkan ialah 41100515002140031400, didapatkan obyek yang bergerak adalah:

**Tabel 7:** Analisa Obyek badan yang bergerak

Obyek Badan	Notasi Laban	Kode Laban
Kaki Kiri Atas Gerak kebelakang N		51500
Kaki Kanan Atas Gerak kedepan N		41100
Lengan Kiri Atas Gerak keatas H		21400
Lengan Kanan Atas Gerak keatas H		31400

Setelah didapatkan obyek badan yang mengalami pergerakan selanjutnya proses transfer data gerakan disini akan dilakukan pembentukan format data gerakan berjumlah 60 digit yang terdiri dari jumlah obyek badan sebanyak 15 obyek badan sedangkan masing-masing obyek badan terdiri dari 4 digit yang terdiri dari data gerakan rotasi x, data gerakan rotasi y, data gerakan rotasi z, data kemunculan kode laban. Sedangkan susunan 60 digit berdasarkan susunan penulisan obyek badan pada score notasi laban, yaitu:

LKaB	LKaT	LKaA	BA	KKaB	KKaT	KKaA	KKA	KKT	KKB	BB	LKA	LKT	LKB	KPL
------	------	------	----	------	------	------	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----	-----

LKB : Lengan Kiri Bawah  
 KKB : Kaki Kiri Bawah  
 KKaT : Kaki Kanan Tengah  
 LkaT : Lengan Kanan Tengah

LKT : Lengan Kiri Tengah  
 KKT : Kaki Kiri Tengah  
 KKaB : Kaki Kanan Bawah  
 LKaB : Lengan Kanan Bawah

LKA : Lengan Kiri Atas  
 KKA : Kaki Kiri Atas  
 BB : Badan Bawah  
 KPL : Kepala

BA : Badan Atas  
 KKaA : Kaki Kanan Atas  
 LKaA : Lengan Kanan Atas

**Gambar 10.:** Susunan Data Gerakan

Setelah dilakukan proses data gerakan maka didapatkan susunan data gerakan sebagai berikut:

000000004001000000000000100150010000000000004001000000000000
--

**Gambar 11. :** Data gerakan

**Konversi Data Gerakan Notasi Laban menjadi sudut Gerakan**

Proses selanjutnya ialah proses pembentukan sudut gerakan berdasarkan data gerakan yang ada, besarnya sudut untuk masing-masing obyek badan mengacu pada Tabel perputaran dari masing-masing obyek badan yang telah dibahas pada bab sebelumnya. Melihat dari data gerakan pada gambar 5.3 maka dapat dilihat pergerakan yang didapatkan ialah terdapat pada obyek badan lengan kiri atas terdapat perputaran sumbu x, kaki kiri atas terdapat perputaran sumbu x, kaki kanan atas terdapat perputaran sumbu x, lengan kanan atas terdapat perputaran

sumbu x. Untuk besarnya sudut yang terjadi dari masing-masing obyek badan dipaparkan pada tabel 2.

**Tabel 8 : Data Sudut Gerakan**

Obyek Badan	Data Gerakan	X	Y	Z
LKA	4001	172	0	0
KKA	1001	18	0	0
KkaA	5001	-25	0	0
LKaA	4001	172	0	0

**Pembentukan Visualisasi gerakan 3 dimensi dengan transformasi titik berdasar data gerakan**

Pada Proses Pembentukan visualisasi gerakan 3 dimensi dengan transformasi titik berdasar data gerakan, yang mana proses ini melalui proses perkalian matrik dari masing-masing obyek badan akan dilakukan proses perkalian matrik melalui cara sesuai keterhubungan matrik transformasi model 3 dimensi.

Pada tahap pembentukan animasi parameter keyframe besar sudut hasil proses transformasi dengan terbentuknya 11 frame mulai dari gerakan normal menjadi gerakan melompat dengan tangan bergerak keatas memiliki tingkat ketercapaian nilai sudut gerakan ergonomic sebesar 100% seperti yang terlihat pada tabel 9. Dari gerakan ke 4 obyek badan, sudut gerakan keyframe terhadap sumbu X dari masing-masing obyek badan yang dihasilkan masih dalam cakupan gerakan ergonomik.

**Tabel 9 : Analisa Sudut Gerakan**

Gerakan Obyek Badan	Sudut Ergonomic Obyek Badan			Sudut Gerakan		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Tangan Kiri Atas	-69 s/d 173	-49 s/d 155	-86 s/d 82	172	0	0
Tangan Kanan Atas	-69 s/d 173	-49 s/d 155	-86 s/d 82	172	0	0
Kaki Kiri Atas	-51 s/d 77	-25 s/d 73	-86 s/d 70	18	0	0
Kaki Kanan Atas	-51 s/d 77	-25 s/d 73	-86 s/d 70	-25	0	0

Dari nilai sudut ergonomik obyek badan yang telah diperoleh untuk selanjutnya dilakukan proses perkalian matrik transformasi untuk mendapatkan posisi model 3 dimensi per bagian obyek badan, dengan perkalian matrik per bagian anggota tubuh (sebagai contoh untuk lengan atas) sebagaimana dijabarkan dibawah ini

$$\text{Mlengankiriatas} = \text{Mbadanatas} * \text{MR}_{\text{XYZ}} * \text{MT} \quad (1)$$

Pola proses diatas adalah penggambaran untuk memetakan gerakan dari obyek lengan kiri atas yaitu dengan mengalikan matrik badan atas sebagai poros gerakan lengan kiri atas kemudian dikalikan dengan sudut gerakan lengan kiri atas untuk sumbu X, Y dan Z kemudian dikalikan dengan matrik transformasi untuk peletakan lengan kiri atas dibagian badan atas. Adapun langkah matrik dijelaskan pada listing dibawah ini

$$\begin{aligned} &\text{MatRotasiX sudut\_x, mx} \\ &\text{MatRotasiY sudut\_y, my} \\ &\text{MatRotasiZ sudut\_z, mz} \end{aligned} \quad (2)$$

Proses diatas untuk membentuk matrik rotasi sumbu X, Y dan Z, yang hasilnya disimpan di matrik sudut\_x, sudut\_y dan sudut\_z.

$$\text{getlengankiriatas mbadanatas, sudut\_x, sudut\_y, sudut\_z, mlenganki} \quad (3)$$

Proses diatas untuk menentukan posisi lengan kiri atas berdasarkan matrik gerakan sumbu X, Y dan Z setelah dikalikan dengan matrik badan atas.

Dari sini didapatkan posisi model 3 dimensi yang baru berdasarkan pergerakan yang dilakukan pada bagian obyek badan yang bergerak. Sebelum dilakukan proses perkalian matrik didapatkan data obyek badan keseluruhan adalah sebagai berikut:

```
BA: x=0 y=5.5 z=1, BBwh: x=0 y=1 z=1,
Kep1: x=2.599999999999997 y=146.25 z=1
TKB: x=8.74073687627047E-07 y=0.1000000000000043 z=1
TKT: x=5.89263160198009E-07 y=3.00000000000003 z=1
TKA: x=1.96421053399336E-07 y=7.00000000000001 z=1
TKaA: x=1.96421053399336E-07 y=7.00000000000001 z=1
TKaT: x=5.89263160198009E-07 y=3.00000000000003 z=1
TKaB: x=8.74073687627047E-07 y=0.1000000000000043 z=1
KKB: x=-0.224998821473673 y=-12.2500000589263 z=1
KKT: x=8.34789476947179E-07 y=-8.49999999999996 z=1
KKA: x=2.4552631674917E-07 y=-2.49999999999999 z=1
KKAa: x=2.4552631674917E-07 y=-2.49999999999999 z=1
KKAaT: x=8.34789476947179E-07 y=-8.49999999999996 z=1
KKAaB: x=-0.224998821473673 y=-12.2500000589263 z=1
```

Setelah dilakukan proses perkalian matrik berdasarkan data sudut gerakan dari 4 obyek badan yang mengalami perubahan gerakan didapatkan data sebagai berikut:

```
BA: x=0 y=9.3859436161578 z=1,
BBwh: x=0 y=4.8859436161578 z=1
Kep1: x=2.599999999999997 y=196.767267010051 z=1
TKB: x=1.85041410527626 y=21.5914572505733 z=1
TKT: x=1.24747018333231 y=18.754829212393 z=1
TKA: x=0.415823394444104 y=14.8422388149029 z=1
TKaA: x=0.415823394444104 y=14.8422388149029 z=1
TKaT: x=1.24747018333231 y=18.754829212393 z=1
TKaB: x=1.85041410527626 y=21.5914572505733 z=1
KKB: x=-9.25407796402366 y=-4.14369939889147 z=1
KKT: x=-6.31673060693016 y=-1.80166699283009 z=1
KKA: x=-1.85786194321475 y=2.21311696645548 z=1
KKAa: x=1.85786227179309 y=2.21311733137871 z=1
KKAaT: x=-6.31673060693016 y=-1.80166699283009 z=1
```

## **Kesimpulan**

Berdasarkan bahasan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan metode pemetaan string dapat digunakan sebagai konversi notasi laban menjadi data gerakan yang menunjang visualisasi gerakan model 3 dimensi dan berdasarkan sudut ergonomic gerakan tubuh manusia sederhana ditunjang dengan teknik transformasi titik 3 dimensi dan perkalian matrik dapat menghasilkan visualisasi gerakan model 3 dimensi

## **Daftar Pustaka**

- [Ang01] Angel, E., (2001), *Interactive Computer Graphics: A Top-Down Approach with OpenGL Third Edition*, Addison-Wesley, 2001
- [Ell97] Elliott, C., (1997) . Modeling interactive 3D and multimedia animation with an embedded language. In *Proceedings of the first conference on Domain-Specific Languages*, pages 285–296. USENIX, Oct. 1997.
- [Ell97] Elliott, C., (1997), Functional reactive animation. In *International Conference on Functional Programming*, June 1997.
- [Hud96] Hudak, P., (1996), Haskell music notation an algebra of music. *Journal of Functional Programming*, 6(3):465–483, May 1996.
- [Hut91] Hutchinson, Anna, (1991), *Labanotation*. Routledge Theatre Arts Books, New York, 1991.
- [Lev97] Levesque, H. J., (1997), A logic programming language for dynamic domains. *Journal of Logic Programming*, 31(1-3):59–83, 1997.
- [Sch91] Schrott, G., (1991). An experimental environment for tasklevel programming. In *Proceedings of Second Int. Symposium on Experimental Robotics (ISER)*, pages 196–206, Toulouse, France, June 1991. Springer.
- [Thu1998] Thrun, S., (1998), A framework for programming embedded systems: Initial design and results. Technical Report CMU-CS-98-142, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, 1998.
- [Wan2000] Wan, Z., (2000), Functional reactive programming from first principles. In *Proceedings of PLDI'01: Symposium on Programming Language Design and Implementation*, pages 242–252, June 2000. online diakses 9 September 2004 (<http://haskell.org/frp/publication.html#frp-1st>)