Representasi Matriks dan Transformasi Lanjar dalam Gerakan Contra Dance

Diastuti Utami 13514071
Program Studi Informatika
Sekolah Teknik Elektro dan Informatika
Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia
utami3322@s.itb.ac.id

***Abstrak*—Contra Dance adalah salah satu jenis tarian tradisional Amerika dengan pengaruh tarian Perancis yang memiliki gerakan sistematis. Dari berbagai variasi gerakan dalam contra dance, ternyata gerakan umum dalam tarian ini dapat dimodelkan dalam matriks dan pergantian gerakannya dapat dijelaskan dengan matriks transformasi.**

Kata Kunci—aplikasi matriks, contra dance, matriks pada gerakan, transformasi lanjar.

I. PENDAHULUAN

Tarian merupakan salah satu bentuk seni berupa gerakan yang seringkali diiringi oleh musik. Setiap belahan dunia memiliki ciri khas tariannya tersendiri. Tarian tersebut tidak hanya berupa tarian kompleks yang sering kita saksikan pada penampilan teater seperti tari balet maupun tari kontemporer, namun ada pula tarian yang tergolong mudah, simpel, dan memiliki pola, di antaranya adalah *square dance* dan *contra dance*.

Square dance dan *contra dance* merupakan jenis tari tradisional yang populer di Inggris dan Amerika. Tarian ini dipercaya sudah berkembang dari zaman kolonial, namun mulai terkenal—dan juga adanya penetapan variasi gerakan—pada abad ke-17. Baik *contra dance* maupun *square dance* termasuk ke dalam *group dance* (tarian berkelompok), yang berarti dilakukan oleh 3 orang atau lebih.

Perbedaan *contra dance* dan *square dance* terlihat pada formasinya. Pada *contra dance*, setiap pasangan penari tidak membentuk segiempat, namun berdiri dalam suatu barisan. Musik pada *contra dance* juga spesifik, yaitu harus memiliki 64 ketukan. Alasannya, pada *contra dance*, setiap beberapa ketukan sekali, penari harus berganti pasangan atau berdansa dengan membentuk formasi berisi 2 pasangan.

Jenis gerakan pada *contra dance* sangat variatif, ada gerakan-gerakan untuk satu pasangan, ada juga saat bergantian pasangan, dan saat membentuk formasi setiap dua pasangan. Pergantian penari contra dance dari satu tempat ke tempat lain dapat direpresentasikan dengan matriks, di antaranya untuk gerakan *circle right, circle left, ladies' chain, california twirl, dan lain-lain*. Representasi dengan matriks ini didasarkan pada representasi koordinat setiap dua pasangan (empat orang pada barisan yang sama). Perubahan koordinat setiap penari dari posisi awal ke posisi akhir dapat dibuat matriks transfor masinya.

II. LANDASAN TEORI

A. Matriks

Matriks adalah sekumpulan bilangan yang disusun dalam sejumlah baris dan kolom tertentu. Ukuran (orde) matriks dituliskan dalam baris x kolom. Contohnya, matriks 2x3 artinya matriks memiliki 2 baris dan 3 kolom.

$$\begin{bmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{bmatrix}$$

Contoh matriks 2x3

1. Jenis Matriks

Matriks bujur sangkar, adalah matriks yang jumlah baris dan kolomnya sama, atau berorde n x n.

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ -3 & 1 \end{bmatrix}$$

Matriks diagonal, adalah matriks yang elemen selain diagonalnya bernilai 0. Jika elemen diagonal seluruhnya bernilai 1, maka disebut matriks identitas.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Kiri: matriks diagonal, kanan: matriks identitas

Matriks segitiga, terdiri atas dua jenis, yaitu matriks segitiga atas dan matriks segitiga bawah. Matriks segitiga atas adalah matriks yang elemen di atas diagonalnya semua bernilai 0, sedangkan matriks segitiga bawah adalah matriks yang seluruh elemen di bawah diagonalnya bernilai 0.

$$\begin{bmatrix}1 & 2 & 3\\0 & 4 & 5\\0 & 0 & 6\end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix}1 & 0 & 0\\2 & 3 & 0\\4 & 5 & 6\end{bmatrix}$$

Kiri: matriks segitiga bawah, kanan matriks segitiga atas

Matriks transpos, merupakan matriks hasil pengubahan baris menjadi kolom dan sebaliknya.

$$\begin{bmatrix}a & b\\c & d\\e & f\end{bmatrix} \to \begin{bmatrix}a & c & e\\b & d & f\end{bmatrix}$$

Matriks simetri, merupakan matriks bujur sangkar yang elemennya sama dengan matriks transposnya.

$$\begin{bmatrix}1 & -3 & 2 & 0\\-3 & 2 & 5 & -1\\2 & 5 & 3 & -2\\0 & -1 & -2 & 4\end{bmatrix}$$

2. Operasi Matriks

a). Penjumlahan

Agar dua matriks bisa dijumlahkan, orde kedua matriks tersebut harus sama. Contoh penjumlahan dua matriks adalah sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix}a & b\\c & d\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}e & f\\g & h\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}a+e & b+f\\c+g & d+h\end{bmatrix}$$

b). Perkalian

Perkalian matriks dapat dibedakan menjadi perkalian matriks dengan skalar, dan perkalian matriks dengan matriks. Perkalian matriks dengan skalar akan menghasilkan matriks dengan ukuran yang sama, namun elemennya dikalikan dengan skalar tersebut.

$$\alpha \begin{bmatrix}g & h\\i & j\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\alpha g & \alpha h\\\alpha i & \alpha j\end{bmatrix}$$

Pada perkalian matriks dengan matriks, ada syarat-syarat yang harus dipenuhi. Misalkan matriks A_{mxn} dan B_{pxq}, maka:

- A x B dapat dilakukan jika n = p dan hasilnya berukuran m x q.
- B x A dapat dilakukan jika q = m dan hasilnya berukuran p x n.

$$\begin{bmatrix}a & b & c\\d & e & f\end{bmatrix}\begin{bmatrix}g & h\\i & j\\k & l\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}ag+bi+ck & ah+bj+cl\\dg+ei+fk & dh+ej+fl\end{bmatrix}$$

B. Transformasi Lanjar

Transformasi lanjar untuk ruang vektor didefinisikan sebagai pemetaan dari suatu ruang vektor ke ruang vektor lain, sehingga operasi standar pada ruang vektor tersebut tetap berlaku.

Misalkan V dan W adalah ruang vektor, T : V → W dinamakan transformasi linear, jika untuk setiap $\bar{a}, \bar{b} \in V$ dan $\alpha \in R$ berlaku:

- $T(\bar{a}+\bar{b}) = T(\bar{a}) + T(\bar{b})$
- $\alpha T(\bar{a}) = T(\alpha\bar{a})$

Suatu transformasi linear T : V → W dapat direpresentasikan dalam bentuk perkalian matriks sebagai berikut.

$T(\bar{u}) = A\bar{u}$, untuk setiap $\bar{u} \in V$

A adalah matriks transformasi dari T. Misalkan suatu transformasi linear T : R2 → R3 didefinisikan oleh

$$T\left[\begin{pmatrix}x\\y\end{pmatrix}\right] = \begin{pmatrix}x-y\\-x\\y\end{pmatrix}$$

maka

$$T\left[\begin{pmatrix}x\\y\end{pmatrix}\right] = \begin{pmatrix}1 & -1\\-1 & 0\\0 & 1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x\\y\end{pmatrix}$$

Dengan demikian, matriks transformasi untuk T adalah $\begin{bmatrix}1 & -1\\-1 & 0\\0 & 1\end{bmatrix}$.

Oleh karena itu, jika , maka:

$$\begin{aligned}T(\bar{a}) &= A\bar{a}\\ &= \begin{pmatrix}1 & -1\\-1 & 0\\0 & 1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}a_1\\a_2\end{pmatrix}\\ &= \begin{pmatrix}a_1 - a_2\\-a_1\\a_2\end{pmatrix}\end{aligned}$$

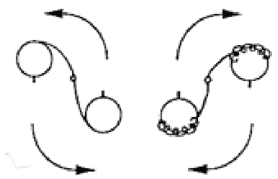
C. Contra Dance dan Gerakannya

Contra dance adalah suatu bentuk tarian tradisional Amerika dengan penarinya membentuk dua barisan paralel. Setiap set tarian berisi sederetan gerakan yang diakhiri dengan setiap pasangan bertukar tempat ke depan atau ke belakang barisan. Setelah pola ini diulang, maka setiap pasangan telah berdansa dengan pasangan lain yang mengikuti tarian ini.

Meskipun sampai saat ini tarian ini biasa ditemukan di Amerika, *contra dance* sebetulnya berasal dari Inggris. Hal ini dapat dibuktikan dengan banyaknya unsur tarian yang sama dengan *square dance* dan *Jane Austen dance* yang berasal dari Inggris. Contra dance, di sisi lain, juga dipengaruhi oleh budaya Perancis—yang juga menyebabkan penamaan "contra" pada tarian ini. Contra dance mulai digemari pada abad ke 17 hingga 18.

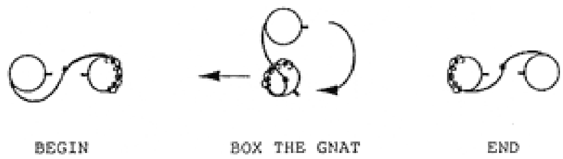
Selain gerakannya yang berpola dan berstruktur, musik yang digunakan untuk iringannya juga sangat terstruktur. Musik yang digunakan biasanya memiliki 64 ketukan dan diulang sesuai kebutuhan. Satu orang pemegang instruksi akan menyerukan perintah untuk berganti gerakan setiap 4 atau 8 ketukan sekali. Gerakan-gerakan dalam *contra* *dance* di antaranya:

Allemande



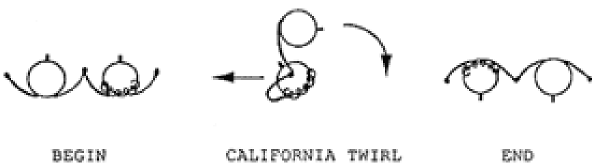
Setiap pasangan bertukar tempat dengan pasangan yang bersesuaian gender di depan atau belakangnya, dengan menggandeng tangan yang paling dekat. Dalam satu set allemande, gerakan diulang dua kali, artinya penari tetap di tempat semula. Allemande dapat berupa allemande gender, yaitu hanya salah satu gender saja yang melakukan allemande, maupun allemande ½, yaitu allemande tanpa bertukar tempat kembali.

Box de Gnat



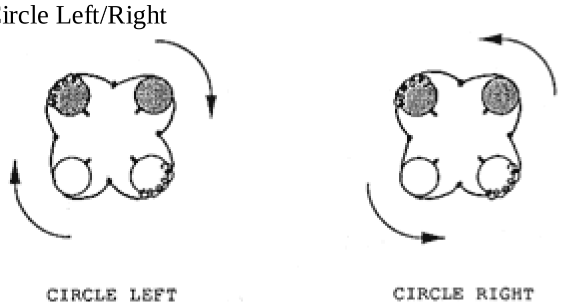
Masing-masing pasangan bertukar tempat dengan pasangannya. Misalkan pada awalnya wanita di kiri dan pria di kanan, maka setelah gerakan ini, wanita menjadi di kanan dan pria di kiri. Pada posisi akhir, pasangan akan bertukar posisi dengan pasangan lain di depan atau belakangnya.

California Twirl



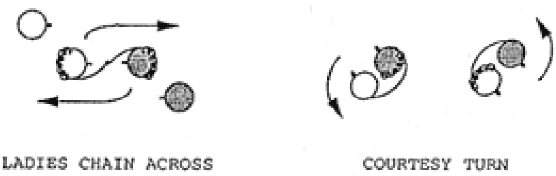
Sama dengan Box de Gnat, namun tiap pasangan menghadap ke arah yang sama.

Circle Left/Right



Setiap 2 pasangan yang berdekatan membentuk segiempat dan berputar ke kiri (searah jarum jam) atau ke kanan (berlawanan jarum jam). Gerakan circle tidak harus satu putaran, namun dapat berupa fraksi, seperti circle left ½, atau ¾, contohnya dimodelkan dalam figur di bawah.

Ladies Chain

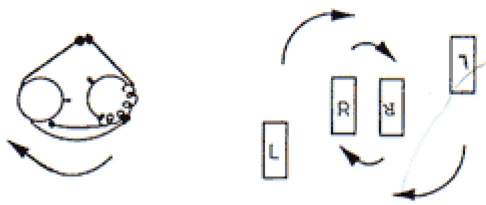


Pada ladies chain, wanita dari pasangan yang berbeda akan bertukar tempat, kemudian berputar dengan pasangannya sekarang. Kemudian, kedua wanita kembali bertukar tempat, kemudian berputar dengan pasangan aslinya.

Right and Left Through

Wanita dan pria bertukar tempat, kemudian bertukar dengan orang di depan/belakangnya sehingga posisi depan dan belakang berganti, serta kiri dan kanan pun berganti.

Swing on Side



Pada swing on side, tiap pasangan bertukar posisi antara wanita dan pria.

Selain gerakan di atas, masih banyak gerakan lain seperti Gypsy, Dosido, Star, dan Hey; namun, ketujuh gerakan yang telah dijabarkan dapat merepresentasikan seluruh transformasi pada contra dance, yang meliputi jenis transformasi:

1. Diam di tempat (tidak ada transformasi) (swing on side jika wanita sudah berada di kanan pria, allemande satu set/kembali lagi)
2. Rotasi 90 derajat berlawanan arah jarum jam (circle left ¾ atau circle right ¼)
3. Rotasi 180 derajat berlawanan arah jarum jam (right and left through, circle ½)
4. Rotasi 270 derajat berlawanan arah jarum jam/90 derajat searah jarum jam (circle right ¾ atau circle left ¼)
5. Refleksi pada sumbu y (swing on side)
6. Refleksi pada sumbu x (california twirl, box de gnat)
7. Refleksi pada sumbu y = x (ladies' chain)
8. Refleksi pada sumbu y = -x (allemande ½, hanya laki-laki yang bertukar tempat, jika pria

berada di posisi diagonal.)

III. PEMBAHASAN

Karena interaksi gerakan contra dance paling banyak meliputi 2 pasangan sekaligus, maka posisi kedua pasanngan dapat dimodelkan dalam matriks berikut.

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Posisi ini akan menjadi acuan posisi awal.

Transformasi	Posisi Akhir (dari Posisi Awal)
1	$\begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$
2	$\begin{bmatrix} 4 & 1 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}$
3	$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 3 \end{bmatrix}$
4	$\begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$
5	$\begin{bmatrix} 4 & 3 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$
6	$\begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$
7	$\begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}$
8	$\begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 4 & 1 \end{bmatrix}$

Untuk memudahkan representasi matriks dan transformasinya, posisi setiap penari kita representasikan dengan koordinat, yaitu

$$\begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \to \begin{matrix} (-1,1) & (1,1) \\ (-1,-1) & (1,-1) \end{matrix}$$

Representasikan koordinat dalam matriks 4 x 2,

$$\begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

Untuk memperoleh kedelapan kemungkinan transformasi yang ada, maka kita akan mengalikan matriks ini dengan matriks transformasi 2 x 2 untuk mengubah urutan koordinatnya. Untuk mendapatkan matriks 2 x 2 tersebut, kita akan meninjau posisi awal dan posisi akhir.

Contohnya, untuk rotasi 90 derajat berlawanan jarum jam, maka matriks koordinat awal dan akhirnya adalah

$$\begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \to \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Maka, matriks transformasinya adalah $\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$ karena

$$\begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Dengan pendekatan ini, akan didapatkan matriks transformasi untuk kedelapan jenis transformasi dari matriks posisi awal yang dirangkum pada tabel di halaman berikutnya.

Adanya matriks transformasi ini berguna untuk memperkirakan posisi penari setelah melakukan serangkaian gerakan tertentu. Dapat digunakan pula untuk mencari kombinasi gerakan untuk *n* banyak orang agar pada akhir lagu pasangan penari akan bertukar tempat dan menyelesaikan tarian ini tanpa harus memotong lagu atau musik iringan.

IV. KESIMPULAN

Matriks dapat digunakan untuk merepresentasikan gerakan pada contra dance. Perpindahan posisi penari dapat dibuat matriks transformasinya. Hal ini dapat memudahkan penyusun koreografi dalam menentukan kombinasi gerakan, dan lagu atau musik pengiring mana yang digunakan untuk jumlah peserta tertentu, dan lain-lain.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan syukur dan terima kasih pada Allah SWT karena berkat rahmatNya penulis dapat menyelesaikan makalah ini dengan baik. Penulis juga mengucapkan terima kasih pada kedua orangtua yang senantiasa mendoakan yang terbaik. Ucapan terima kasih juga penulis berikan kepada bapak Rinaldi Munir dan bapak Judhi Santoso selaku dosen mata kuliah Aljabar Geometri yang telah memberikan ilmu-ilmunya. Tak lupa pula penulis ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang telah membantu dalam proses pembuatan makalah ini.

REFERENSI

Adiwijaya, “Aplikasi Matriks dan Ruang Vektor”, Jakarta:Graha Ilmu, 2014.

Strang G., “Linear Algebra and Its Application”, 4th edition, Brooks Cole, 2006.

Larry Copes, Mathematics of Contra Dancing,, 2010, (kumpulsn studi, diakses melalui http://www.larrycopes.com/contra/)

http://www.cdss.org/elibrary/dart/appendix_b.htm

http://www.tcdancers.org/aboutcontra.html

https://www.sciencenews.org/article/contra-dances-matrices-and-groups

Jenis Transformasi	Posisi Akhir (koordinat)	Posisi Akhir	Matriks Transformasi	Jenis Gerakan
Diam/tetap	$\begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 3 & 4 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	Swing on side jika wanita sudah berada di kanan pria, allemande satu set/kembali lagi
Rotasi 90^o berlawanan jarum jam	$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 4 & 1 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$	Circle left ¾ atau circle right ¼
Rotasi 180^o berlawanan jarum jam	$\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & -1 \\ 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$	right and left through, circle ½
Rotasi 270^o berlawanan jarum jam	$\begin{bmatrix} -1 & -1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$	Circle right ¾ atau circle left ¼
Refleksi pada sumbu y	$\begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 1 \\ 1 & -1 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 4 & 3 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$	Swing on side
Refleksi pada sumbu x	$\begin{bmatrix} -1 & -1 \\ 1 & -1 \\ -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$	California twirl, box de gnat
Refleksi pada sumbu y = x	$\begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \\ -1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$	Ladies' chain
Refleksi pada sumbu y = -x	$\begin{bmatrix} -1 & 1 \\ -1 & -1 \\ 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 4 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$	Allemande ½, hanya laki-laki yang bertukar tempat, jika pria berada di posisi diagonal

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa makalah yang saya tulis ini adalah tulisan saya sendiri, bukan saduran, atau terjemahan dari makalah orang lain, dan bukan plagiasi.

Bandung, 15 Desember 2015

Diastuti Utami 13514071