

PREDIKSI KELULUSAN MAHASISWA MENGGUNAKAN *MEDIAN LINEAR DISCRIMINANT* DENGAN *MEDIAN ABSOLUTE DEVIATION* SEBAGAI UKURAN DISPERSI

Clincent Westly ¹⁾

¹⁾ Teknik Informatika Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta Barat 11400 Indonesia
email : clincentwestly@gmail.com

ABSTRACT

Linear discriminant analysis introduced by Fisher is a known dimension reduction and classification approach that has received much attention in the statistical literature. Most researchers have focused attention on its deficiencies. As such different versions of classification procedures have been introduced for various applications. In this paper, we attempt not to robustify the Fisher linear discriminant analysis but to propose a comparable model for dimension reduction and classification. The proposed model is investigated and compared with Nearest mean classifier and Fisher classification rule using unscaled normal and scaled normal generated data. Numerical simulations reveal that the proposed model performed exactly as Fisher's approach and outperformed nearest mean classifier.

Key words

Fisher, Linear Discriminant Analysis, FZARO NMC, Classification, Hit-Ratio.

1. Pendahuluan

Pendidikan di Indonesia terbilang sudah cukup memiliki kualitas yang tinggi. Sebagian perguruan tinggi memiliki penilaian masing-masing dalam menentukan bagaimana kelulusan seorang mahasiswa. Faktor yang menentukan kualitas pendidikan adalah kemampuan mahasiswa menyelesaikan studi tepat waktu. Perguruan tinggi perlu mendeteksi perilaku dari mahasiswa yang aktif sehingga dapat melihat faktor kegagalan siswa yang tidak lulus berdasarkan waktu yang ditentukan. Sistem yang dirancang merupakan aplikasi Prediksi Kelulusan Mahasiswa menggunakan *Median Linear Discriminant* dengan *Median Absolute Deviation* sebagai Ukuran Dispersi untuk memprediksi mahasiswa lulus tepat waktu (7 - 8 semester) atau lulus tidak tepat waktu (lebih dari 8 semester).

2. Statistical Classification

Dalam pembelajaran statistik, klasifikasi adalah klasifikasi yang memiliki satu set kategori diskrit yang dimaksudkan untuk menyatakan variabel khusus yang dicatat dalam suatu survei maupun dokumen administrasi dan digunakan untuk menghasilkan dan menyajikan data [1]. Dalam klarifikasi ini akan digunakan suatu cara atau metode untuk mengidentifikasi kemana suatu objek data akan dikelompokkan. Sebuah contoh akan menugaskan email yang diberikan ke "spam" atau "non-spam" kelas atau menetapkan diagnosis untuk pasien yang diberikan seperti yang dijelaskan oleh karakteristik yang diamati dari pasien (jenis kelamin, tekanan darah, ada atau tidak adanya gejala tertentu, dan lain-lain). Dalam terminologi pembelajaran statistik, klasifikasi dianggap sebuah contoh dari suatu metode pembelajaran, yaitu pembelajaran di mana satu set pelatihan pengamatan diidentifikasi dengan benar. Sesuai prosedur tanpa pengawasan dikenal sebagai clustering, dan melibatkan pengelompokan data ke dalam kategori berdasarkan beberapa ukuran kesamaan yang melekat atau jarak.

3. Linear Classifier

Sebuah classifier linier yang dicapai dengan membuat keputusan klasifikasi berdasarkan nilai kombinasi linear dari karakteristik. Karakteristik objek juga dikenal sebagai nilai-nilai fitur dan biasanya disajikan untuk mesin dalam vektor disebut vektor fitur. Pengklasifikasian tersebut bekerja dengan baik untuk masalah praktis seperti klasifikasi dokumen, dan lebih umum untuk masalah dengan banyak variabel (fitur), mencapai tingkat akurasi yang sebanding dengan pengklasifikasi *non-linear* saat mengambil sedikit waktu untuk melatih dan menggunakan.

4. Discriminant Analysis

Analisis diskriminan adalah salah satu teknik statistik yang bisa digunakan pada hubungan dependensi

atau hubungan antar variabel dimana sudah bisa dibedakan mana variabel respon dan mana variabel penjelas. Lebih spesifik lagi, analisis diskriminan digunakan pada kasus dimana variabel respon berupa data kualitatif dan variabel penjelas berupa data kuantitatif. Analisis diskriminan bertujuan untuk mengklasifikasikan suatu individu atau observasi ke dalam kelompok yang saling bebas (*mutually exclusive*) dan menyeluruh (*exhaustive*) berdasarkan sejumlah variabel penjelas.

Dalam industri telekomunikasi, penerapan analisis diskriminan pun sangat diperlukan. Berbagai macam data yang penting mengenai infrastruktur pembangunan jaringan telekomunikasi maupun data yang berkaitan dengan pelanggan akan dikumpulkan dalam suatu database yang dikumpulkan oleh manusia atau pekerja industri telekomunikasi tersebut. Hal ini kerap kali menimbulkan kesalahan atau human error secara tidak sengaja. Meskipun jumlah error sedikit, tetapi cukup berdampak pada infrastruktur telekomunikasi lain yang masih berkaitan. Maka analisis perlu dilakukan agar dapat diketahui letak data yang error atau bersifat sebagai outlier. Sebagai suatu metode yang alternative dibandingkan metode-metode yang sudah ada digunakan metode yang memanfaatkan hubungan antara fitur-fitur pada suatu kelas untuk mengklasifikasikan suatu sampel pada kelas tertentu dengan data yang berjumlah besar yang tidak dapat dengan mudah diselesaikan oleh metode-metode klasifikasi yang lain [2].

Maka akan dilakukan suatu analisis yang bertujuan untuk merealisasikan penggunaan metode *Linear Discriminant Analysis* dalam keakuratan klasifikasi data termasuk menentukan munculnya data error dalam bentuk outlier.

5. Linear Discriminant Analysis

Linear Discriminant Analysis adalah salah satu metode yang dipakai pada statistik, pengenalan pola secara umum untuk menemukan kombinasi linier dari fitur yang menjadi ciri atau memisahkan dua atau lebih kelas objek atau peristiwa. Kombinasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pengklasifikasi linear suatu data.

Tujuan Analisis diskriminan adalah untuk mengklasifikasikan objek ke salah satu dari dua atau lebih kelompok berdasarkan serangkaian fitur yang menggambarkan kelas atau kelompok. Secara umum, menetapkan objek untuk salah satu dari sejumlah kelompok yang telah ditentukan berdasarkan pengamatan yang dilakukan pada objek.

LDA berkaitan erat dengan analisis regresi, dimana varians diamati dalam variabel tertentu dibagi menjadi komponen yang timbul dari sumber yang berbeda variasi. LDA mencoba untuk mengekspresikan satu variabel dependen sebagai kombinasi linier dari fitur-fitur lainnya dalam pengukuran. Dalam dua metode

lain variabel terikat adalah kuantitas numerik, sedangkan untuk LDA itu adalah kategoris variabel (yaitu label kelas). Regresi logistik dan regresi probit lebih mirip dengan LDA, karena mereka juga menjelaskan variabel kategori [3]. Metode-metode lain yang lebih baik dalam aplikasi di mana sangat sulit untuk mengasumsikan bahwa variabel independen yang terdistribusi normal, merupakan asumsi dasar dari metode LDA. Analisis diskriminan juga berbeda dari analisis faktor bahwa bukan teknik saling ketergantungan perbedaan antara variabel independen dan variabel dependen (juga disebut variabel kriteria) harus dibuat. LDA bekerja ketika pengukuran dilakukan pada variabel independen untuk pengamatan masing-masing kuantitas yang kontinu. Berikut adalah langkah-langkah dalam memprediksi mahasiswa.

1. Data training berupa nilai mahasiswa yang terbagi menjadi dua kategori yaitu, data nilai mahasiswa lulus tepat waktu dan data nilai mahasiswa lulus tidak tepat waktu pada angkatan 2008-2012. Nilai mata kuliah yang diambil sebagai variabel sebanyak 15 mata kuliah seperti yang tertera pada sistem yang dirancang (**sub bab 2.1**). Data training tersebut didapat dari Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Tarumanagara.
2. Dari 15 mata kuliah yang ditentukan, dicari mata kuliah yang paling berpengaruh (mempunyai korelasi tertinggi) terhadap IPK mahasiswa. Misal mata kuliah X_5 .
3. Dengan korelasi, penjelasan lengkap di (**sub bab 2.2.7.**) dicari variabel kedua yang berpengaruh terhadap IPK dengan syarat variabel mata kuliah pertama yang telah dipilih oleh korelasi harus masuk dalam sistim perhitungan. Misal variabel kedua tersebut adalah variabel X_9 .
4. Melalui korelasi arisial berikutnya, akan dicari variabel ketiga, empat dan lima dengan cara yang sama.
5. Lima nilai yang berpengaruh yang ditentukan dari korelasi diukur pada data training sebanyak n data. Jadi data tersebut adalah data multivariat dengan ukuran $X_{n \times p}$, dengan n adalah banyaknya observasi dan p adalah variabel yang menentukan kelulusan. Dalam hal ini ditentukan $p = 5$.
6. Data training pada langkah 5 dibagi menjadi dua kategori yaitu, kategori mahasiswa lulus tepat waktu sebanyak $n-1$ dan kategori mahasiswa lulus tidak tepat waktu sebanyak $n-2$. Pada kategori pertama ditentukan median (Md_1) dan kategori kedua ditentukan median (Md_2).
7. Kemudian dicari *median absolute deviation* pada 5 mata kuliah yang telah dipilih dengan *correlation* dengan rumus :

$$MAD = \text{median} (|X_i - \text{median}(X)|) \quad (1)$$

Keterangan :

X_i = Nilai-nilai mahasiswa pada setiap mata kuliah.

X = Median dari seluruh nilai pada mata kuliah.

8. Selanjutnya akan dicari median corrected data X_i^0 dari setiap kategori dengan cara mengurangkan tiap nilai mahasiswa pada mata kuliah dengan median absolute deviation mata kuliah tersebut. Misal, X_i (nilai mahasiswa) mata kuliah X_1 dikurangkan dengan MAD dari mata kuliah X_1 .
9. Setelah itu, hitung kovarians matriks (C_i) dari kedua kategori dengan rumus :

$$C_i = \frac{(x_i^0)^T x_i^0}{n_i} \quad (2)$$

Keterangan:

C_i = Hasil kovarians dari tiap kategori.

x_i^0 = Median corrected data tiap kategori.

n_i = Jumlah baris pada tiap kategori.

10. Setelah kovarians matriks (C_i) dari setiap kategori didapat, maka kovarians Global dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$C = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^g n_i C_i \quad (3)$$

Keterangan:

n_i = Jumlah baris dari setiap kategori.

C_i = Kovarians dari setiap kategori.

N = Jumlah baris dari keseluruhan data.

11. Kemudian akan dicari Matriks invers dari kovarians global (C^{-1}) dengan rumus :

$$C^{-1} = \frac{1}{\det(C)} \times Adj(C) \quad (4)$$

Keterangan:

C^{-1} = Matriks invers dari kovarians global.

12. Selanjutnya akan dicari peluang (P_i) dari dari setiap kategori dengan menggunakan rumus :

$$P_i = \frac{n_i}{N} \quad (5)$$

Keterangan:

P_i = Peluang dari setiap kategori.

n_i = Jumlah baris dari setiap kategori.

N = Jumlah baris dari keseluruhan data.

13. Kemudian hitung fungsi diskriminan F_0 (fungsi mahasiswa lulus tepat waktu) dan F_1 (fungsi mahasiswa lulus tidak tepat waktu) dengan rumus :

$$f_i = \mu_i C^{-1} X_k^T - \frac{1}{2} \mu_i C^{-1} \mu_i^T + \ln(p_i) \quad (6)$$

Keterangan:

f_i = Fungsi diskriminan tiap kategori.

μ_i = Median kategori (Md_1) atau median kategori (Md_2).

C^{-1} = Matriks invers dari kovarians global.

X_k^T = Nilai mahasiswa yang akan diprediksi.

μ_i^T = Transpose dari Median kategori (Md_1) atau median kategori (Md_2).

p_i = Peluang dari setiap kategori.

14. Jika hasil fungsi F_0 lebih besar daripada F_1 , maka mahasiswa tersebut diprediksi lulus tepat waktu dan jika hasil fungsi F_0 lebih kecil daripada F_1 maka mahasiswa tersebut diprediksi lulus tidak tepat waktu.

Setelah fungsi diskriminan F_0 dan F_1 diketahui, maka dapat diuji kebenarannya antara prediksi kelulusan dengan status kelulusan sebenarnya. Jika semua hasil

prediksi sama dengan status kelulusan sebenarnya, maka fungsi diskriminan tersebut dianggap akurat.

6. Median Absolute Deviation(MAD)

Indeks kemampuan proses berdasarkan median absolute deviation (MAD) dirancang untuk menentukan indeks kemampuan proses dari data tidak berdistribusi normal. Kemampuan proses adalah kemampuan suatu proses dalam kondisi normal dan keadaan terkendali. Indeksnya digunakan untuk mengukur variabilitas dari suatu proses dan dapat mencerminkan kinerjanya. Median absolute deviation adalah estimasi robust pada variabilitas ketika data sampel tidak normal atau menyimpang. Data proses yang sebenarnya dan data simulasi dari distribusi yang sangat menyimpang digunakan untuk menunjukkan penerapan indeks kemampuan proses berdasarkan MAD dan hasilnya dibandingkan dengan indeks kemampuan proses berdasarkan quantile. Sehingga diperoleh hasil bahwa indeks kemampuan proses berdasarkan MAD lebih baik digunakan pada data tidak berdistribusi normal, sedangkan indeks kemampuan proses berdasarkan quantile lebih baik digunakan pada data tidak berdistribusi normal atau menyimpang. Tujuan menggunakan Median Absolute Deviation adalah karena nilai median tidak dipengaruhi pencilan (*outlier*) sehingga data yang dihitung tidak perlu setara dengan angka lainnya. Sejumlah data akan dicari nilai tengahnya pertama-tama, kemudian setiap data (X_i) akan dikurangi dengan hasil median (X). Setelah selesai, maka tahap selanjutnya adalah mencari nilai tengah (median) kembali dari hasil pengurangan tiap data terhadap median (X). Sehingga akan mendapatkan hasil median yang absolute untuk digunakan dalam perhitungan prediksi kelulusan mahasiswa dalam menghitung median corrected data X_i^0 .

7. Correlation

Korelasi adalah pengukuran hubungan antara dua variabel, dimana 5 variabel dengan skor tertinggi terhadap Y (IPK Terakhir) akan dipilih menjadi variabel yang akan dipakai untuk metode Linear Discriminant. Contohnya Kalkulus I, Struktur Data, Kalkulus II, Algoritma I, Persamaan Diferensial merupakan variable yang memiliki nilai korelasi tertinggi dari kelima mata kuliah. Di dalam program aplikasi ini perhitungan korelasi dilakukan oleh sistem.

Mata kuliah yang dipilih untuk dilakukan korelasi sebanyak 15 mata kuliah dan hanya akan diambil 5 mata kuliah yang paling berpengaruh dalam kelulusan mahasiswa. Mata kuliah hanya diambil 5 agar mempercepat proses perhitungan prediksi kelulusan mahasiswa. Mahasiswa yang dapat dilakukan prediksi kelulusannya adalah mahasiswa dengan minimal

semester 5 karena mata kuliah pada semester 1-4 dianggap sudah cukup menjadi syarat untuk memprediksi kelulusan dari mahasiswa itu sendiri. Langkah-langkah dalam menghitung korelasi sebagai berikut:

1. Data korelasi berupa nilai mutu mahasiswa dari 15 mata kuliah yang dipilih berdasarkan tingkat kesulitannya dan nilai IPK Terakhir mahasiswa yang telah diketahui status kelulusannya.
2. Dari 15 mata kuliah yang ditentukan, dicari 8 mata kuliah yang paling berpengaruh (mempunyai korelasi tertinggi) terhadap IPK mahasiswa.
3. Kemudian dari 15 mata kuliah tersebut akan dicari rata-rata dari setiap mata kuliah (X_i) dan juga rata-rata dari IPK terakhir mahasiswa (Y). Misal, $\bar{X} = 18$ dan $\bar{Y} = 15$.

4. Selanjutnya hitung jumlah dari perkalian mata kuliah terhadap IPK pada setiap mata kuliah dengan menggunakan rumus :

$$Sx_i y = \sum_{i=1}^N (X_i \bar{Y})$$

5. Selanjutnya hitung mata kuliah terhadap mata kuliah itu sendiri dengan menggunakan :

$$Sx_i x_i = \sum_{i=1}^N (X_i)^2$$

6. Setelah itu hitung IPK dengan rumus :

$$S_{yy} = \sum_{i=1}^N (Y)^2$$

7. Kemudian akan dicari korelasi dari setiap mata kuliah dengan rumus :

$$S_{xxy} = \frac{n \sum_{i=1}^N x_i y_i - (\sum_{i=1}^N x_i) (\sum_{i=1}^N y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^N x_i^2 - n (\sum_{i=1}^N x_i)^2] [n \sum_{i=1}^N y_i^2 - n (\sum_{i=1}^N y_i)^2]}}$$

Keterangan:

X_i = Nilai dari setiap mata kuliah.

\bar{X} = Rata-rata dari mata kuliah.

Y_i = Nilai dari IPK setiap mahasiswa.

\bar{Y} = Rata-rata IPK seluruh mahasiswa.

n = Jumlah semua mahasiswa

8. Setelah semua korelasi dari mata kuliah di dapat maka akan diambil hasil korelasi terbesar dari 15 mata kuliah yang ada.

Kemudian 5 mata kuliah dengan hasil korelasi terbesar akan digunakan untuk metode Linear Discriminant. Dalam metode Linear Discriminant akan dilakukan prediksi kelulusan mahasiswa berdasarkan 8 mata kuliah hasil perhitungan korelasi diatas.

Maka akan terdapat 5 mata kuliah yang akan digunakan untuk keperluan prediksi mahasiswa lulus tepat waktu dan lulus tidak tepat waktu akan dipilih untuk membentuk fungsi diskriminan.

8. Hasil Percobaan

Pengujian *Median Linear Discriminant* dilakukan dengan menggunakan data training mahasiswa 2012 yang telah diketahui status kelulusannya yaitu lulus tepat waktu (kurang atau 4 tahun) atau lulus tidak tepat waktu (4 tahun atau lebih). Fungsi diskriminan

sebelumnya sudah dihitung dalam program sehingga hanya memerlukan input nilai mahasiswa berdasarkan mata kuliah yang didapat dari perhitungan korelasi sebelumnya. Berikut adalah prediksi kelulusan mahasiswa 2012 berdasarkan status sebenarnya.

Tabel 1 Hasil prediksi kelulusan berdasarkan data sebenarnya.

No	NPM	Tahun	F1(TP)	F2(TTP)	P	S
1	535120001	2012	47.43437815	2.632721212	TP	TP
2	535120002	2012	48.0839442	4.537975478	TP	TP
3	535120003	2012	48.32419786	4.66780871	TP	TP
4	535120005	2012	47.49131851	4.217720174	TP	TP
5	535120006	2012	41.15030336	5.125957979	TP	TP
6	535120007	2012	47.49131851	4.217720174	TP	TP
7	535120008	2012	47.49131851	4.217720174	TP	TP
8	535120009	2012	48.11063905	4.552401393	TP	TP
9	535120010	2012	40.50599881	3.215791594	TP	TP
10	535120011	2012	13.56909171	2.642768225	TP	TP
11	535120012	2012	48.72190477	4.149632811	TP	TP
12	535120013	2012	3.020231221	5.646744995	TTP	TTP
13	535120014	2012	48.36157065	4.68800499	TP	TP
14	535120015	2012	18.82891205	4.61191797	TP	TTP
15	535120016	2012	48.13500051	4.374323656	TP	TP
16	535120017	2012	15.55808907	4.260160264	TP	TTP
17	535120018	2012	46.30913928	4.852164097	TP	TP
18	535120019	2012	46.94832597	3.426581731	TP	TP
19	535120020	2012	30.55372409	3.480509156	TP	TP
20	535120021	2012	47.49131851	4.217720174	TP	TP
21	535120022	2012	20.74955622	3.420741752	TP	TP
22	535120023	2012	38.19475761	5.97281951	TP	TP
23	535120024	2012	47.49131851	4.217720174	TP	TTP
24	535120025	2012	41.9891412	0.817118757	TP	TP
25	535120026	2012	47.49131851	4.217720174	TP	TP
26	535120027	2012	51.93958844	0.788666142	TP	TTP
27	535120028	2012	47.70487732	4.333127491	TP	TP
28	535120029	2012	48.39360447	4.705316088	TP	TTP
29	535120030	2012	46.03601223	2.618969941	TP	TP
30	535120031	2012	35.83405425	3.366611403	TP	TTP

Keterangan:

TP = Tepat Waktu

TTP = Lulus tidak tepat waktu

F1 = Fungsi Diskriminan Tepat Waktu

F2 = Fungsi Diskriminan Tidak Tepat Waktu.

P = Prediksi Kelulusan Mahasiswa
S = Status Kelulusan

Dari hasil prediksi diatas dapat disimpulkan bahwa pada proses testing dari 30 mahasiswa angkatan 2012 yang merupakan data training terjadi kegagalan prediksi 6 data, sehingga tingkat keberhasilan prediksi kelulusan dengan metode Median *Median Linear Discriminant* sebesar 92,8%. Kesalahan prediksi ke enam data karena mahasiswa tersebut memiliki nilai yang bagus, tetapi ada kendala nilai turun saat di semester 5 atau lebih. Kemungkinan lainnya adalah mahasiswa tersebut keluar atau pindah jurusan pada semester 5 atau lebih. Tingkat akurasi prediksi kelulusan memiliki tingkat akurasi yang tinggi sehingga dapat dipercayai hasilnya untuk memprediksi mahasiswa lain.

9. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian testing sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi program prediksi kelulusan menggunakan median absolute deviation sebagai ukuran dispersi dan *Median Linear Discriminant* sebagai berikut :

1. Pada pengujian modul, semua modul berjalan dengan baik tanpa ada kendala apapun dan berjalan dengan fungsional seperti yang diharapkan.
2. Hasil pengujian memprediksi kelulusan mahasiswa, metode Median *Median Linear Discriminant* dibandingkan dengan kondisi sebenarnya mendapatkan presentase keberhasilan sebesar 94.9% dengan hasil 7 mahasiswa salah di prediksi dari 85 mahasiswa angkatan 2011 Teknik Informatika.
3. Hasil pengujian memprediksi kelulusan mahasiswa, metode Median *Median Linear Discriminant* dibandingkan dengan kondisi sebenarnya mendapatkan presentase keberhasilan sebesar 92.8% dengan hasil 6 mahasiswa salah di prediksi dari 30 mahasiswa angkatan 2013 Program Studi Teknik Informatika.
4. Perbandingan hasil kinerja sistem ini dibandingkan dengan hasil perancangan Sulistio (NPM : 535120025) Fakultas Teknologi Informasi Program Studi Teknik Informatika Universitas Tarumanagara, bahwa ada 5 mata kuliah yang mempengaruhi IPK adalah Sistem Digital, Matematika Diskrit, Statistik II, Analisis Algoritma dan Struktur data dengan kebenaran prediksi sebesar 93%. Dari hasil yang dibuat dalam sistem ini, maka ada 8 mata kuliah yang mempengaruhi IPK yaitu, Aljabar Linear, Sistem Digital, Teori Graf, Matematika Diskrit, Sistem Operasi, Algoritma II, Pengantar Intelegensi Buatan dan Struktur Data dengan kebenaran prediksi sebesar 94.9%. Ada kecenderungan kesamaan mata kuliah yang mempengaruhi IPK kecuali Statistik II.
5. Dari kesimpulan nomor 2, 3 dan 4 dapat dikatakan bahwa Metode Median *Linear Discriminant* ini

dianggap sudah cukup akurat dalam memprediksi kelulusan mahasiswa.

REFERENSI

- [1] Kim, Minsoo, *Statistical Classification*, Claremont, Pomono College Paper, 2010.
- [2] Umam, *Analisis Diskriminan Matematika*, Diakses dari <http://www.informatika.unsyiah.ac.id/umam/analisisdiskriminanmatematika.pdf>, pada tanggal 4 Maret 2017.
- [3] Erick Pursana, *Linear Discriminant Analysis*. Diakses dari <http://erickpursana.weebly.com/lda-linear-discriminant-analysis.html>, pada tanggal 5 Maret 2017.

Clincent Westly, saat ini adalah mahasiswa pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Tarumanagara.