

## MODEL KATASTROFI UNTUK PERFORMANCE KERJA: CUSP ATAU SWALLOWTAIL?

Asti Meiza , Sutawanir Darwis, Agus Yodi Gunawan

Institut Teknologi Bandung

### Abstrak

Katastrofi, merupakan bagian dari teori singularitas dan bifurkasi, secara umum merupakan kajian yang mempelajari transisi, diskontinuitas, dan perubahan mendadak secara kualitatif. Dalam kajian terdahulu, telah digunakan model dasar katastrofi yaitu *Cusp* untuk mempelajari perilaku kecerdasan intelektual, *Intelligence Quotient* (IQ). IQ dipandang sebagai variabel keadaan sedangkan aspek-aspek dari IQ yaitu Praktis-Kongkrit (PK) dan Verbal-Teoretis (VT) sebagai variabel kontrol. Data yang ada mendukung model Cusp. Model Cusp memprediksi terjadinya sebuah ‘lompatan’ dari satu level kecerdasan ke level kecerdasan yang lain karena perubahan salah satu aspeknya.. Dalam tulisan ini, akan dikembangkan model performansi kerja JF yang diduga berkorelasi dengan tiga komponen kecerdasan yaitu IQ, *Emotional Quotient* (EQ), dan *Adversity Quotient* (AQ). Studi kajian data memperlihatkan ketiga faktor IQ, EQ, dan AQ, merupakan indikator yang tidak berkorelasi. Hasil ini mengarahkan pada pengambilan ketiganya menjadi variabel kontrol dan performansi kerja JF sebagai variabel keadaan. Dengan tiga variabel control, model katastrofi yang bersesuaian adalah *Swallowtail*. Dalam penelitian ini, akan dikerjakan beberapa hal spesifik model *Swallowtail* yang berkaitan dengan pemodelan performansi kerja yaitu proses pemodelan, estimasi parameter, validasi model, dan interpretasi model. Diharapkan penelitian ini akan menghasilkan sesuatu yang signifikan dalam tinjauan kembali terhadap kurikulum pendidikan nasional yang nantinya akan menghasilkan manusia Indonesia dengan performansi kerja optimal.

**Kata kunci :** performansi kerja, variabel keadaan dan variabel control, model Cusp dan model Swallowtail.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia memiliki 7169 orang doktor dari berbagai disiplin ilmu ([www.Direktori Doktor, 2010](http://www.Direktori Doktor, 2010)). Tentunya tujuh ribuan doktor ini adalah orang-orang dengan kecerdasan di atas rata-rata manusia Indonesia. Tapi mengapa bangsa ini makin jauh saja tertinggal dari bangsa-bangsa lain. Bahkan dari negara-negara yang baru saja merdeka dan mulai membangun seperti Vietnam dan Laos. Apa yang salah dengan bangsa kita?

Faktor apa yang paling menentukan dalam kesuksesan seseorang di dunia kerja? Ketika teori kecerdasan baru mengenal kecerdasan intelektual, IQ (*Intelligence Quotient*, David Wechsler, 1939), orang meletakkan seluruh harapan kesuksesan pada jenis kecerdasan ini. Namun ketika beberapa orang yang sama-sama memiliki IQ tinggi, ada yang mampu bekerja dengan baik, ada yang tidak. Kemudian teori kecerdasan berkembang dengan diperkenalkannya kecerdasan emosi, EQ (*Emotional Quotient*, Daniel Goleman, 1995). jenis kecerdasan ini merujuk pada kemampuan untuk memahami dan mengendalikan emosi. Namun seperti halnya IQ, tidak semua orang bisa memanfaatkan potensi EQ mereka. *Paul Stoltz* mengamati sejumlah orang yang memiliki IQ dan EQ tinggi, tapi gagal dalam pekerjaan mereka. Diduga ada kecerdasan lain yang lebih besar peranannya. Diperkenalkanlah AQ (*Adversity Quotient*, oleh siapa, 1997) yaitu kemampuan seseorang untuk dapat bertahan meng-hadapi kesulitan dan mampu mengubah tantangan menjadi peluang. AQ tidak berdiri sendiri karena faktor IQ dan EQ tetap berperan dalam menentukan performansi kerja seseorang.

## Permasalahan

Seperti yang dijelaskan pada latar belakang, ternyata pintar saja tidak cukup. Pintar di sini merupakan pemaknaan dari istilah kecerdasan kognisi yaitu *Intelligence Quotient* (IQ). Jadi kecerdasan kognisi saja tidak cukup untuk membuat bangsa ini maju. Dibutuhkan orang-orang yang tidak hanya sekedar pintar secara kognisi melainkan juga memiliki jenis-jenis kecerdasan lain. Ada beberapa gagasan kecerdasan yang sudah dipublikasikan di antaranya IQ (kecerdasan kognisi), EQ (kecerdasan emosi), SQ(kecerdasan spiritual), AQ(kecerdasan menghadapi kesulitan), CQ(kecerdasan kreatif), dan BQ(kecerdasan biomagnetik). Terdapat satu lagi kecerdasan yaitu QQ (kecerdasan quantum) tapi baru sebatas visi. Tapi dari semua itu, yang sudah memiliki alat ukur yang terstandarisasi saat ini baru dua yaitu IQ, EQ, dan AQ. Karena itu dalam studi ini akan difokuskan pada kaitan antara performansi kerja dengan ketiga jenis kecerdasan.

## Urgensi Masalah

Sejauh ini, belum ditemukan penelitian di bidang psikologi dengan menggunakan model katastrofi *Swallowtail*. Penelitian terdahulu dilakukan dengan menggunakan model katastrofi, *Cusp* untuk menganalisa model kecerdasan ([Meiza 2006](#)).

Untuk memutuskan model katastrofi yang akan dipilih terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap kebebas linieran variabel-variabel kontrol, dalam hal ini IQ, EQ, dan AQ. Analisis korelasi dilakukan dengan menggunakan data hasil psikotes alumni sebuah perguruan tinggi negeri di Bandung. Sumber data dari bagian HRD sebuah perusahaan pengguna alumni PT tersebut.

Harapan dari studi pendahuluan ini adalah diperoleh model ideal yang mengkombinasikan komponen IQ, EQ, dan AQ pada calon tenaga kerja sehingga diperoleh ambang numerik untuk yang variabel-variabel tadi yaitu batas titik kritis terjadinya *jump* pada performansi kerja mereka. Lompatan yang diharapkan adalah orang dengan skor IQ, EQ, dan AQ tertentu bisa menjadi ‘*agent of change*’ di lingkungan kerjanya. Ambang ini bisa menjadi input untuk perbaikan kurikulum di perguruan tinggi sebagai penghasil sarjana yang merupakan ujung tombak di dunia kerja sehingga dicapai nilai tersebut.

## PEMBAHASAN

### Tinjauan Teori

Secara bahasa, katastrofi berarti perubahan cepat atau mendadak pada permukaan bumi. Sedangkan dari sudut pandang keilmuan, beberapa ahli mendefinisikan katastrofi sebagai teori singularitas yang menjelaskan fenomena diskontinu yang diakibatkan oleh sebab-sebab kontinu ([Whitney 1955](#)). Teori katastrofi adalah suatu koleksi dari definisi-definisi dan teorema-teorema yang merupakan bagian dari *teori singularitas* yang berkaitan dengan perubahan bentuk geometri diferensial atau perubahan keadaan ([Thom 1972](#)). Teori katastrofi adalah suatu metode yang digunakan untuk mempelajari segala sesuatu yang berkaitan dengan transisi lompatan, *jump transition*, hal-hal yang diskontinu, dan perubahan kualitatif secara mendadak ([Arnold 1979](#)). Jadi, teori katastrofi menganalisa *degenerate critical points* dari fungsi potensial yaitu titik-titik dimana tidak hanya turunan pertamanya tapi juga turunan-turunan selanjutnya, sama dengan nol. Khususnya di bidang psikologi, yang pertama kali menggunakan teori katastrofi adalah *E.C.Zeeman* ([Catastrophe Theory 1976](#)).

Dari beberapa definisi di atas dapat disimpulkan bahwa studi ini akan memberikan gambaran secara kualitatif tentang perubahan kecil yang kontinu pada *variabel-variabel kontrol* yang dapat mengakibatkan perubahan secara signifikan (*jump*) pada variable terikatnya yang disebut juga *variabel keadaan*. Variabel keadaaan yaitu solusi yang menjelaskan keadaan sistem. Sedangkan variabel yang mengontrol sifat-sifat kualitatif dari solusi disebut variabel kontrol. Variabel kontrol dibagi lagi menjadi *splitting variable* yaitu variabel yang menye-babkan *kedivergenan* dan *normal variable* yaitu variabel yang menyebabkan *hysteresis*.

Dengan bantuan geometri diferensial yaitu geometri yang digunakan untuk menganalisa solusi sistem persamaan nonlinier, teori katastrofi dapat dijelaskan dengan cara yang lebih mudah. Termasuk penjelasan tentang kedua variabel yang telah dijelaskan di atas. Geometri dari himpunan solusi suatu sistem persamaan nonlinier merupakan suatu *manifold*.

Secara sederhana akan dipelajari bentuk-bentuk geometri dari solusi permasalahan non linier. Menentukan solusi analitik dari permasalahan non linier bukanlah pekerjaan mudah. Untuk itu dilakukan dengan dua cara yaitu geometri dan penentuan titik kesetimbangan dari sistem gradien.

$$\frac{dF(x; c)}{dx} = 0 \quad (1)$$

dengan

$x$  : variabel keadaan

$c$  : variabel kontrol (bisa  $a$  dan  $b$ )

$F(x; c)$  : fungsi potensial yang merupakan suatu skalar untuk setiap keadaan  $x$  dan vektor variabel-variabel kontrol  $c$ .

Sebuah sistem yang mempunyai dinamik seperti persamaan (1) dikatakan suatu *sistem dinamik gradien*. Jika ruas kanan 0 maka dikatakan dalam kondisi setimbang. Perilaku model sangat bergantung pada jumlah variabel keadaan dan variabel kontrolnya. Semakin banyak jumlahnya akan semakin kompleks modelnya.

Berikut adalah contoh beberapa model katastrofi.

Tabel 1. Model katastrofi dalam bentuk fungsi potensial (Arnold 1992)

No.	Model katastrofi	Fungsi Potensialnya
1.	<i>Fold</i>	$F(x, u, v) = x^3 + ux$
2.	<i>Cusp</i>	$F(x, u, v) = x^4 + ux^2 + vx$
3.	<i>Swallowtail</i>	$F(x, u, v, w) = x^5 + ux^3 + vx^2 + wx$

Dapat dilihat bahwa *fold* terdiri dari 1 variabel kontrol, *cusp* terdiri dari 2 variabel kontrol, dan *swallowtail* terdiri dari 3 variabel kontrol. Sedangkan semuanya sama-sama memiliki 1 variabel keadaan.

### Model Cusp Catastrophe

Model katastrofi yang paling sederhana dan paling sering digunakan untuk memperlihatkan perilaku diskontinu yaitu *Cusp*. Fungsi potensial model *cusp* adalah:

$$F(x; c) = -\frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}ax^2 + bx \quad (2)$$

dengan

$x$  : variabel keadaan

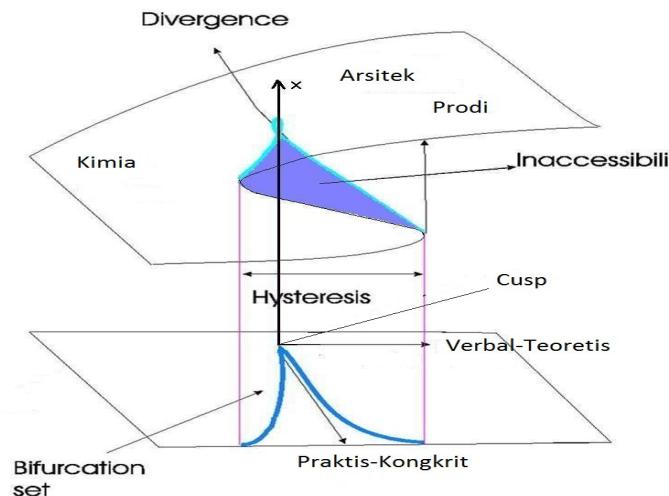
$a, b$  : variabel kontrol

Pandang sebuah permukaan  $S$  di ruang yang  $f(x, y, z) = 0$  dinyatakan dengan persamaan yang diproyeksikan ke bidang  $xy$ . Jika kurva  $C$  merupakan proyeksi dari kurva  $D$  yang terletak di permukaan  $S$  yang terdiri dari titik-titik dimana terjadinya bidang sentuh vertikal maka diberikan persamaan berikut  $f_z(x, y, z) = 0$ . Jika permukaan  $S$  diubah bentuknya (dipelintir) maka titik-titik *cusp* bergerak sepanjang permukaan sesaat sebelum bertemu. Ketika titik-titik ini bertemu atau ‘bertabrakan’ maka terjadilah ‘perubahan bentuk’, atau ‘perubahan keadaan’ yang oleh Thom disebut dengan ‘katastrofi’.

### Model Kecerdasan dengan Cusp

Dalam penelitian terdahulu, telah digunakan model dasar katastrofi yaitu *Cusp* untuk mempelajari perilaku kecerdasan intelektual, *Intelligence Quotient* (IQ). Di sini IQ dipandang sebagai variabel keadaan (perilaku) sedangkan aspek-aspek dari IQ yaitu Praktis-Kongkrit (PK) dan Verbal-Teoretis (VT) dijadikan sebagai variabel kontrolnya. Penelitian ini memperlihatkan terjadinya sebuah ‘lompatan’ dari satu level kecerdasan ke level kecerdasan yang lain karena perubahan salah satu aspeknya. Jadi, data yang ada memperlihatkan dipenuhinya model *Cusp*.

Berikut contoh aplikasi model *cusp* pada kombinasi dua program studi di perguruan tinggi (data dari sebuah PTN di Bandung) yang diasumsikan sebagai dua level kecerdasan yang berbeda. Model ini memperlihatkan dua mahasiswa yang mempunyai aspek PK sama tetapi aspek VT berbeda akan berada pada prodi berbeda. Mahasiswa yang memiliki VT lebih tinggi akan berada pada prodi Arsitektur.



Gambar 1. Geometri cusp untuk perpindahan prodi karena pertambahan aspek PK

### Model Performansi Kerja dengan *Swallowtail Catastrophe*

Dalam kajian berikutnya akan dikembangkan model untuk performansi kerja yang diduga berkorelasi dengan tiga komponen kecerdasan manusia yaitu IQ, EQ, dan AQ. Walaupun sampai saat ini belum ada penelitian yang menghasilkan data empirik bahwa terdapat korelasi antara IQ dengan EQ. Paul Stoltz ([Adversity Quotient hal 16](#)) menduga bahwa terdapat hubungan antara ketiga macam kecerdasan yaitu IQ, EQ, dan AQ. Ketiganya diduga memiliki kontribusi dalam meramalkan kesuksesan seseorang. Untuk mengetahui apakah ada korelasi antara ketiganya, perlu dilakukan pengambilan data dengan alat ukur masing-masing kecerdasan kemudian dilakukan analisis korelasi antara IQ-EQ, IQ-AQ, EQ-AQ. Namun karena sampai saat ini belum terdapat sebuah alat ukur yang mengukur ketiga macam kecerdasan ini sekaligus, dapat dimanfaatkan data dari alat ukur yang sudah ada yaitu tes IST, sebuah psikotes untuk usia dewasa. Dapat diteliti item-item pertanyaan dari masing-masing alat ukur.

Tabel 2. Subtes IST ([Polhaupessy1993](#)).

Variabel laten Orde kedua	Variabel laten Orde pertama	Variabel indikator
Kecerdasan ( $\eta$ )	Praktis Kongkrit ( $y_1$ ) Verbal Teoretis ( $y_2$ )	1. SE, pembentukan keputusan, $u_1$ 2. WA, penghayatan bahasa, $u_2$ 3. AN, kelincahan berpikir, $u_3$ 4. GE, abstraksi verbal, $u_4$ 5. RA, hitung praktis, $u_5$ 6. ZR, hitung teoretis, $u_6$ 7. FA, kemampuan sintesis, $u_7$ 8. WU, abstraksi ruang, $u_8$ 9. ME, daya ingat, $u_9$

Dari variabel indikator IST dikonstruksi model persamaan struktur untuk variabel laten orde pertama, dalam hal ini PK dan VT. Diperoleh dua persamaan berikut:

$$\begin{cases} \gamma_1 = \rho_{11}AN + \rho_{12}ZR \\ \gamma_2 = \rho_{21}SE + \rho_{22}WA + \rho_{23}GE + \rho_{24}RA + \rho_{25}FA + \rho_{26}WU + \rho_{27}ME \end{cases} \quad (3)$$

Dengan analisis faktor, dari data bisa diestimasi koefisien-koefisien dari persamaan struktur di atas yaitu  $\rho_{11}, \dots, \rho_{27}$ .

### Tinjauan Psikologi

Perhatikan komponen AN, kelincahan berpikir, yang mendukung pada aspek Praktis-Kongkrit. Ini mirip dengan aspek ‘memecahkan masalah’ dan ‘menyesuaikan diri’ pada EQ. Kemudian komponen ‘mengendalikan amarah’ pada EQ mirip dengan komponen ‘kontrol’ pada AQ. Alasan lain adalah dari proses yang terjadi di otak. Bagian otak yang merespon IQ berbeda dengan bagian otak yang merespon EQ. Dari pengamatan pada aktivitas vital sistem syaraf pusat dan organ-organ lain (*neuroscience*) menemukan bahwa EQ merujuk pada fungsi organ amigdala di batang rongga otak. Sementara bagian otak yang berperan pada IQ adalah belahan otak kiri dan kanan. Teori terbaru juga menyatakan aktivasi otak tengah meningkatkan IQ. Satu-satunya cara saat ini untuk mengetahui apakah terdapat korelasi atau tidak antara IQ dengan EQ adalah dengan melakukan pengukuran agar diperoleh data empirik (data terlampir). Studi pendahuluan yang didukung oleh data memperlihatkan ketiga variabel ini, IQ, EQ, dan AQ, merupakan parameter yang saling bebas. Ini dapat dilihat dari hasil olah data pada psikotes 36 sampel. Diperoleh

Tabel 3. Hasil analisa korelasi antar variabel.

Pasangan variabel	Koefisien Korelasi Pearson r	Taraf signifikansi
IQ-EQ	-0,247 < 0,3	Tidak signifikan
IQ-AQ	0,131 < 0,3	Tidak signifikan
EQ-AQ	0,279 < 0,3	Tidak signifikan

Hasil ini mengarahkan pada pengambilan ketiganya menjadi variabel kontrol dan performansi kerja sebagai variabel keadaannya. Karena sekarang dimiliki tiga variabel kontrol maka model katastrofi yang bersesuaian adalah *Swallowtail*.

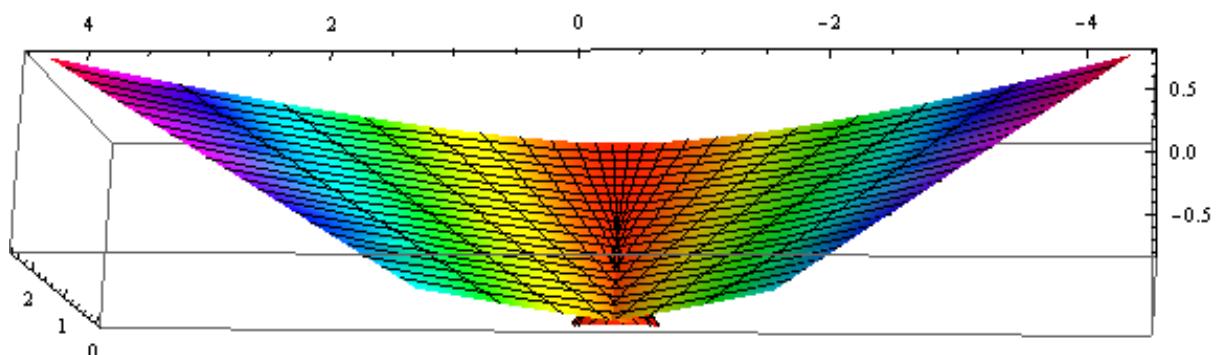
Mari lihat kembali fungsi potensial untuk model katastrofi Swallowtail.

$$F(x, u, v, w) = x^5 + cx^3 + bx^2 + ax \quad (4)$$

dengan

$x$  : variabel keadaan, dalam hal ini Performansi Kerja (JP)

$a, b, c$  : variabel kontrol, dalam hal ini IQ, EQ, dan AQ



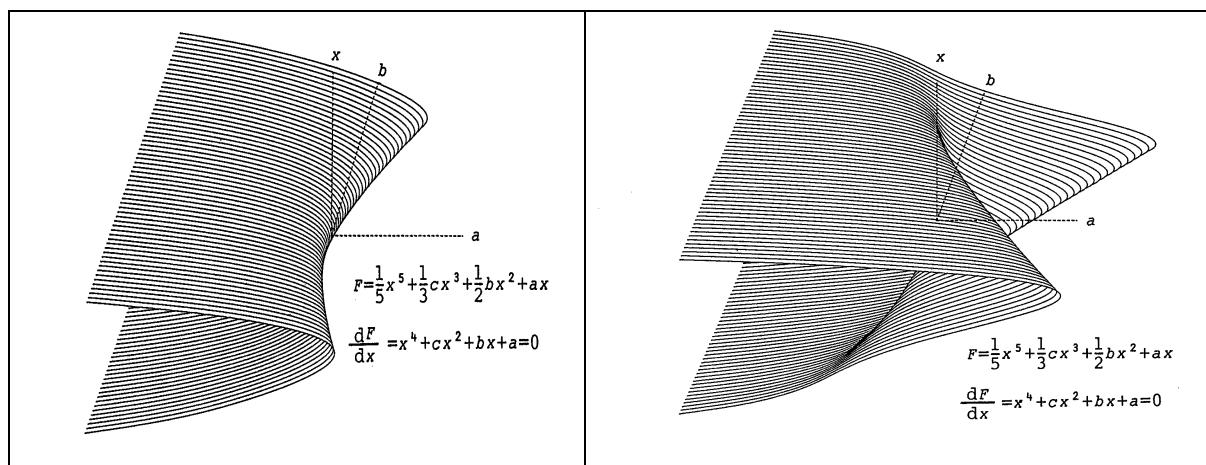
Gambar 2. Geometri Swallowtail dengan software Wolfram Mathematica 7.0.

Dalam seluruh model katastrofi, hanya *Fold* dan *Cusp* yang bisa digambarkan secara tiga dimensi di ruang biasa. Sedangkan *Swallowtail* secara konseptual hanya bisa diproyeksikan. Karena itu manifold *Swallowtail* dinyatakan dalam dua bentuk geometris. Jika variabel kontrol adalah IQ sebagai sumbu  $a$ , EQ sebagai sumbu  $b$ , dan AQ sebagai sumbu  $c$  maka diperoleh manifold *swallowtail* untuk dua kondisi yaitu  $c>0$  dan  $c<0$ . Geometri ini diperoleh dengan turunan pertama fungsi potensial yaitu dalam 2 variabel kontrol (IQ dan EQ) dan 1 variabel keadaan (performansi kerja).

AQ dipilih sebagai variabel  $c$ , faktor penentu karena merupakan koefisien dari  $x^3$  berarti kontribusinya paling besar. Alasannya yaitu sejumlah orang dengan IQ tinggi serta memiliki aspek kecerdasan emosi yang tinggi pula, namun gagal menunjukkan kemampuan-nya karena mudah patah semangat dan mudah menyerah. Jadi variabel  $c$  bukan menyatakan AQ dalam arti yang telah dijelaskan melainkan sebagai kebalikannya yaitu sikap mudah menyerah.

Nilai  $c$  makin kecil artinya semakin mudah untuk menyerah (AQ rendah)

Nilai  $c$  makin besar artinya semakin tidak mudah menyerah (AQ tinggi)



Gambar 3. Proyeksi swallowtail untuk  $c>0$  dan  $c<0$  (Murata 1984).

Dengan analisis terhadap model *Fold* dan *Cusp*, masing-masing bisa diketahui ‘jump’ terjadi untuk nilai  $a$  dan  $b$  tertentu. Geometri seperti gambar di atas diperoleh dari menentukan turunan kedua (*two-fold degenerate*) fungsi potensial *Swallowtail*. Kemudian substitusi persamaan yang diperoleh ke dalam turunan pertamanya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Karena terdiri dari tiga variabel kontrol yang tidak mungkin digambarkan pada ruang dimensi tiga maka analisis model *swallowtail* bisa dilakukan secara parsial yaitu melalui model *Fold* dan *Cusp*. Dengan demikian bisa diketahui ‘jump’ terjadi untuk nilai  $a$ ,  $b$ , dan  $c$  tertentu. Artinya kita bisa mengetahui untuk nilai IQ, EQ, dan AQ berapa terjadinya ‘lompatan’ pada performansi kerja seseorang.

### Saran

Jika nilai-nilai ambang untuk ketiga kecerdasan IQ, EQ, dan AQ diperoleh, diharapkan bisa menjadi masukan untuk perbaikan kurikulum, khususnya perguruan tinggi, agar lebih mengembangkan ketiga kecerdasan ini secara berimbang.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] Arnold, V.I. (1992). *Catastrophe Theory*. Germany : Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

[2] Cobb, Loren. (2010). *Estimation Theory for The Cusp Catastrophe Model. Revised*

*Edition.* Proceedings of the American Statistical Association Section on Survey Research Methods pp. 772-776.

- [3] Gilmore, R.(1981). *Catastrophe Theory for Scientists and Engineers*. New York : John Wiley & Sons.
- [4] Goleman, Daniel. (2004). *Emotional Intelligence*. London. Bloomsbury.
- [5] Goleman, Daniel. (2004). *Working with Emotional Intelligence*. London. Bloomsbury.
- [6] Grasman, RPPP, van der Maas, Wagenmakers, Eric-Jan. (2009). *Fitting the Cusp Catastrophe in R: A Cusp Package*. Volume 32, Issue 8. Journal of Statistical Software.
- [7] Polhaupessy, L.F. (1993). *Intelligenz Struktur Test (IST) dari Rudolf Amthauer. Suatu Pengantar*. Lecture notes in Department of Psychology UNPAD.
- [8] Meiza, Asti. (2006). *Sebuah Model Cusp Catastrophe Untuk Kecerdasan*. Tesis Magister. Bandung . ITB.
- [9] Murata, Atsuo; Kume, Yasufumi; Hashimoto, Fumio. (1984). *Geometry of Catastrophe Model*.
- [10] SJ, Guastello; RW Jr, Bond. *A Swallowtail Catastrophe Model for The Emergence of Leadership in Coordination-intensive Groups*.
- [11] Schumacker, Randall E. and Lomax, Richard G. (1996). *A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling*. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- [12] Stoltz, Paul. (2000). *Adversity Quotient : Mengubah Hambatan Menjadi Peluang*. Jakarta. Grasindo.
- [13] van der Maas, H.L.J., Kolstein, R. and van der Pligt. (2003). *Sudden Transitions in Attitudes*. Sociological Methods and Research, 32, 125-152.
- [14] van der Maas, H.L.J., Molenaar, P.C.M. and Wagenmakers. (2004). *Fitting the Cusp Catastrophe Model*.
- [15] <http://users.fmg.uva.nl/hvandermass/Cuspfitprogram>.

## Lampiran

Data IQ, EQ, dan AQ dari 36 sampel alumni sebuah PTN di Bandung.

No.	IQ	EQ	AQ
1	19	13	15
2	17	16	21
3	21	13	17
4	22	11	15
5	19	12	14
6	19	12	14
7	15	13	15
8	23	12	14
9	16	12	12

10	19	12	16
11	21	13	14
12	21	10	15
13	16	11	13
14	22	10	13
15	23	15	18
16	20	11	15
17	24	10	14
18	17	16	12
19	20	12	11
20	22	8	18
21	19	12	15
22	22	10	18
23	22	7	17
24	24	16	17
25	22	11	12
26	24	11	16
27	23	10	16
28	20	15	20
29	23	10	13
30	19	12	14
31	19	12	17
32	22	14	20
33	22	16	15
34	21	11	13
35	18	13	18
36	20	9	12