

**Model Katastrofe *Swallowtail* Berparameter
Fuzzy untuk Menganalisa Tiga Faktor
Psikologi (Intelegensi, Emosi, dan Adversitas)**

RINGKASAN DISERTASI

Asti Meiza

NIM: 3010002

(Program Studi Doktor Matematika)



Institut Teknologi Bandung

2015

Model Katastrofe *Swallowtail* Berparameter Fuzzy untuk Menganalisa Tiga Faktor Psikologi (Intelegensi, Emosi, dan Adversitas)

Disertasi ini dipertahankan pada Sidang Terbuka Komisi Sekolah Pascasarjana sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Doktor Institut Teknologi Bandung

5 Maret 2015

Asti Meiza
NIM: 3010002
(Program Studi Doktor Matematika)

Promotor : Prof. Sutawanir Darwis
Ko-Promotor 1 : Dr. Agus Yodi Gunawan
Ko-Promotor 2 : Dr. Efi Fitriana

Institut Teknologi Bandung

2015

Model Katastrophe *Swallowtail* Berparameter Fuzzy untuk Menganalisa Tiga Faktor Psikologi (Intelegensi, Emosi, dan Adversitas)

Asti Meiza

NIM: 3010002

(Program Studi Doktor Matematika)

PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia masih mengalami ketertinggalan dari bangsa-bangsa lain, khususnya di bidang ekonomi dan pendidikan tinggi. Posisi Indonesia belum cukup baik dibanding dengan negara-negara lain, bahkan yang baru saja mulai membangun setelah perang seperti Vietnam. Berdasarkan indikator tingkat kemakmuran dan kesejahteraan, *Human Development Index* (HDI), yang dirilis oleh *Legatum Institute* akhir tahun 2013, menempatkan Indonesia di posisi ke 65, sedangkan Vietnam berada pada posisi ke 62, dan bahkan tetangga serumpun Indonesia yaitu Malaysia menempati posisi ke 44. Sedangkan untuk pendidikan tinggi, berdasarkan data yang dirilis oleh *4ICU* dan *Webometrics* tahun 2015, ITB sebagai salah satu perguruan tinggi negeri terbaik di Indonesia, hanya menempati posisi ke 704 dunia. Data yang dirilis di awal tahun 2015 oleh *Webometrics* ini bisa dilihat pada Gambar 1. Apa yang salah dengan bangsa ini?

Fenomena 'baby booming' karena pelaksanaan program Keluarga Berencana berjalan tidak sesuai harapan membuat laju pertumbuhan penduduk tidak terkendali. Dalam 20 tahun mendatang, Indonesia akan menghadapi persaingan dan ketidakpastian global yang makin meningkat karena jumlah penduduk yang makin banyak dan dinamika masyarakat yang makin beraneka ragam. Bappenas merilis bahwa Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan subyek dan sekaligus obyek pembangunan. Kualitas SDM membaik yang antara lain ditandai dengan meningkatnya status kesehatan dan taraf pendidikan masyarakat. Rendahnya kualitas SDM Indonesia menyebabkan rendahnya produktivitas dan daya saing dalam berkompetisi

ranking	World Rank [▲]	University	Det.	Presence Rank*	Impact Rank*	Openness Rank*	Excellence Rank*
1	518	Universitas Gadjah Mada	👉	295	534	16	2137
2	660	University of Indonesia	👉	240	856	219	1867
3	704	Institute of Technology Bandung	👉	618	410	548	2252
4	738	Brawilaya University	👉	676	291	43	3596
5	1016	Bojor Agricultural University	👉	520	1764	11	2793
6	1223	Universitas Sebelas Maret	👉	935	370	68	5414
7	1233	Diponegoro University / Universitas Diponegoro	👉	996	2103	18	3084
8	1380	Airlangga University	👉	834	1535	760	3133
9	1427	Universitas Pendidikan Indonesia / Indonesia University of Education	👉	677	709	152	5414
10	1507	Universitas Padjadjaran	👉	1659	1511	263	3826

Figure 1: Peringkat ITB di antara perguruan tinggi dunia (www.webometrics 2015)

dan merupakan tantangan besar yang harus dihadapi dalam 20 tahun mendatang.

Faktor apakah yang paling menentukan kesuksesan seseorang di dunia kerja? Ketika dunia psikologi baru mengenal kecerdasan intelektual, *Intelligence Quotient* (IQ) (Wechsler 1939), orang meletakkan harapan kesuksesan pada jenis kecerdasan ini. Namun ketika melihat fenomena beberapa orang yang sama-sama memiliki IQ tinggi, tapi ada yang mampu bekerja dengan baik, ada yang tidak, Goleman memperkenalkan konsep kecerdasan emosi, *Emotional Quotient* (EQ) (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 Stolz mengamati sejumlah orang yang memiliki IQ dan EQ tinggi, tapi gagal dalam pekerjaan mereka. Diduga ada kecerdasan lain yang lebih besar perannya. Diperkenalkanlah *Adversity Quotient* (AQ) (Stolz 2000) yaitu kemampuan seseorang untuk dapat bertahan menghadapi kesulitan dan mampu mengubah tantangan menjadi peluang. AQ tidak berdiri sendiri karena faktor IQ dan EQ tetap berperan dalam menentukan kesuksesan seseorang.

Dari awal perkembangannya, matematika telah dipakai untuk mengkaji fenomena



Figure 2: Ilustrasi Katastrofe Tsunami (www.gov.Aceh, edition National)

alam yang kemudian menghasilkan hukum-hukum fisika. Saat ini penggunaan matematika telah merambah ke berbagai bidang termasuk ilmu alam, teknik, dunia kedokteran, bahkan ke ilmu-ilmu sosial seperti ekonomi dan psikologi. Suatu model matematika dapat digunakan sebagai pendekatan terhadap suatu fenomena (alami atau buatan). Cakupan dari model matematika tidak terbatas pada fenomena atau ranah tertentu. 'Perkawinan' matematika dengan ilmu-ilmu lain melahirkan berbagai model matematika. Model matematika adalah rumusan masalah dalam bentuk persamaan atau fungsi matematika. Secara garis besar, terdapat dua jenis model matematika yaitu model deterministik dan model stokastik (Bender 1978). Salah satu jenis model matematika yaitu model katastrofe. Banyak fenomena dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan peristiwa katastrofe, misal bencana alam fenomenal seperti tsunami Aceh tahun 2004 (Gambar 2). Katastrofe juga terjadi secara mikro, misalnya aktivitas otak manusia, seperti yang sudah diteliti oleh Zeeman (Isnard & Zeeman 1976).

Katastrofe berarti 1) malapetaka besar yang datang secara tiba-tiba; 2) perubahan cepat dan mendadak pada permukaan bumi; bencana alam; 3) penyelesaian (akhir) suatu drama, terutama drama klasik yang bersifat

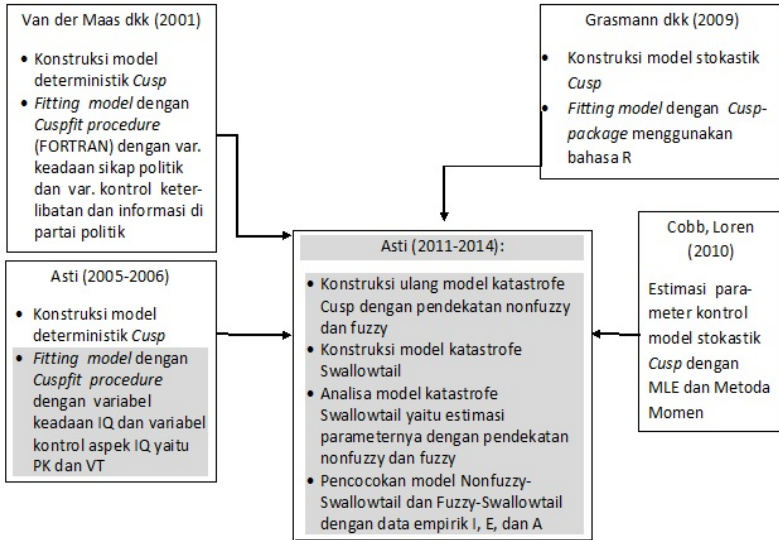


Figure 3: Skema Penelitian Disertasi dan Kebaruannya

tragedi (Setiawan 2014)

Dari penjelasan tentang arti katastrofe maka menarik untuk diamati bila dilakukan perubahan sedikit saja pada salah satu dari ketiga faktor I, E, dan A pada individu, akan membawa perubahan yang signifikan 'sudden jump' pada faktor yang lain.

Dari tujuh jenis model katastrofe (Gilmore 1981), ada dua model yang paling sering dibicarakan yaitu *Cusp* dan *Swallowtail*. Dari kedua model ini, *Cusp* memiliki porsi terbesar dalam penelitian-penelitian, baik di bidang sains dan teknik, maupun di bidang-bidang sosial dan humaniora.

Model katastrofe *Cusp* terdiri dari dua parameter kontrol dan satu variabel keadaan yang secara geometris masih bisa digambarkan di ruang tiga dimensi. Sedangkan model katastrofe *Swallowtail* yang terdiri dari tiga variabel kontrol dan satu variabel keadaan, penggunaannya masih terbatas, khususnya di bidang psikologi. Harapan

Topik	Umum	Psikologi	Fuzzy
Model katastrofe Cusp	<ul style="list-style-type: none"> • Fitting the Cusp Catastrophe Model (van der Maas dkk, 2001) • Estimation Theory for the Cusp Catastrophe Model, Revised Edition (Cobb, 2010) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sudden Transition in Attitude (van der Maas, 2003) • Sebuah Model Cusp Catastrophe untuk Kecerdasan (Asti, 2006) 	√
Model katastrofe Swallowtail	Researching the Relationship among Traffic Flow Three Parameters Based on Swallowtail Catastrophe Model (Guo & Wu, 2008)	√	√

Figure 4: Kebaruan Disertasi

dari penelitian ini adalah diperolehnya analisa terhadap model katastrofe yang mengkombinasikan faktor I, E, dan A berdasarkan data empirik yang tersedia.

PERMASALAHAN

Berkaitan dengan fenomena di atas, disertasi ini bertujuan untuk mengkonstruksi model katastrofe Swallowtail dengan mengkombinasikan tiga faktor kecerdasan individu yaitu I, E, dan A; melakukan pecocokan model Swallowtail dengan menggunakan data empiris yaitu skor I, E, dan A individu dari sebuah BUMN; menganalisa fenomena katastrofe yang terjadi pada kombinasi ketiga faktor psikologi I, E, dan A; mengambil kesimpulan dan melakukan interpretasi psikologi berdasarkan data empirik yang ada. Kebaruan dalam penelitian disertasi ini diberikan oleh Gambar 3 dan Gambar 4.

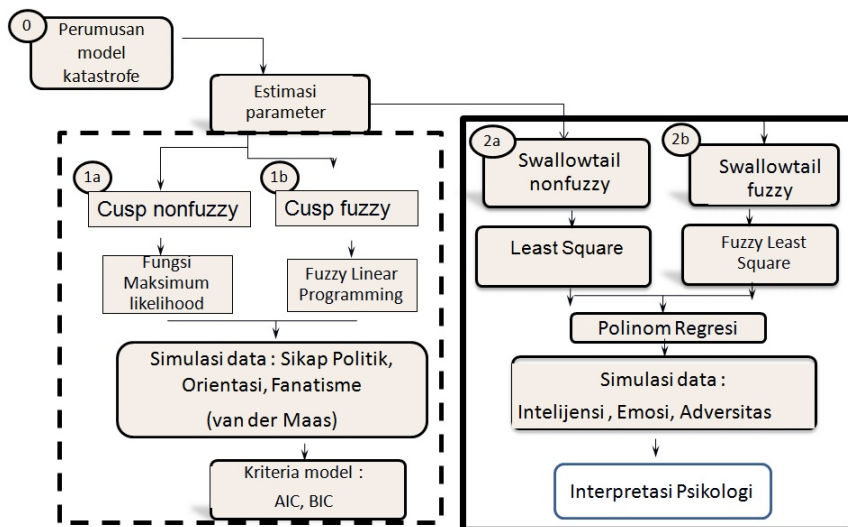


Figure 5: Garis Besar Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian disertasi ini dibagi menjadi empat bagian yang masing-masing mempunyai metodologi dan hasil yang akan disajikan pada bagian ini. Garis besar penelitian bisa dilihat pada Gambar 5.

Terdapat tujuh model katastrofe dimana sistem mempunyai 1 sampai 4 variabel kontrol yang dinyatakan dalam berbagai fungsi potensial F seperti terlihat pada Tabel 1. Cusp merupakan model katastrofe yang paling banyak diterapkan dalam berbagai bidang. Geometri dari Cusp bisa dilihat pada Gambar 6.

ESTIMASI PARAMETER MODEL KATASTROFE CUSP-NONFUZZY

Metodologi dari penelitian bagian ini ditunjukkan oleh skema pada Gambar 7. Penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh van der Maas dan kawan-kawan (van der Maas dkk., 2003) sekaligus penggunaan data empiriknya. Hal ini

No.	Model Katastrofe	Fungsi Potensial	Variabel Kontrol	Variabel Keadaan
1	Fold	$F(u; x) = x^3 + ux$	1	1
2	Cusp	$F(u, v; x) = x^4 + ux^2 + vx$	2	1
3	Swallowtail	$F(u, v, w; x) = x^5 + ux^3 + vx^2 + wx$	3	1
	Butterfly	$F(u, v, w, t; x) = x^6 + ux^4 + vx^3 + wx^2 + tx$	4	1
5	Elliptic umbilic	$F(u, v, w; x, y) = (1/3)x^3 - xy^2 + u(x^2 + y^2) + vx + wy$	3	2
6	Hyperbolic umbilic	$F(u, v, w; x, y) = x^3 + y^3 + uxy + vx + wy$	3	2
7	Parabolic umbilic	$F(u, v, w, t; x, y) = x^2y + y^4 + ux^2 + vy^2 + wx + ty$	4	2

Table 1: Fungsi Potensial Model Katastrofe (Gilmore 1981)

dipandang sebagai proses estimasi parameter model katastrofe Cusp-Nonfuzzy. Data yang dipakai van der Maas berasal dari studi tentang hubungan antara *Sikap Politik*, *Orientasi*, dan *Fanatisme*.

Beberapa penelitian menggunakan modifikasi dari bentuk umum fungsi potensial pada Tabel 1, di antaranya modifikasi fungsi potensial Cusp oleh van der Maas dan kawan-kawan (van der Maas dkk, 2003) seperti berikut,

$$F(a, b; x) = \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}ax^2 + bx, \quad (1)$$

dengan $x, a, b \in R$.

Karena variabel yang dipilih pada bagian ini merupakan variabel psikologi yang memuat unsur ketidakpastian maka dikembangkan model katastrofe stokastik dengan menambahkan sebuah proses Wiener (Cobb 2010) sehingga diperoleh sebuah persamaan diferensial stokastik seperti berikut,

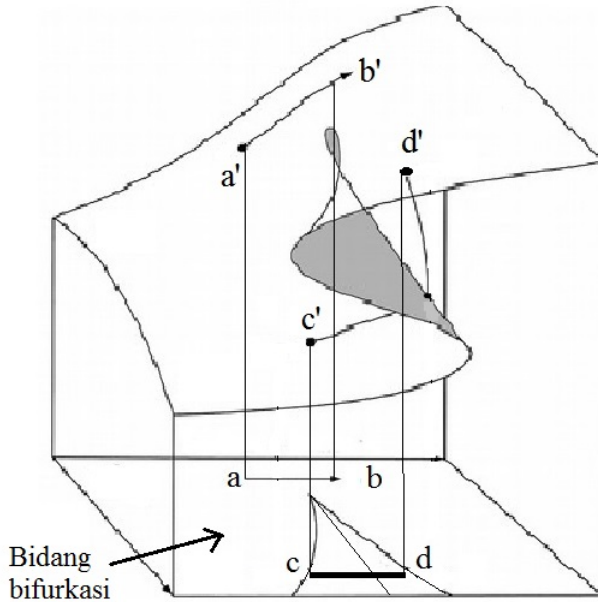


Figure 6: Geometri Cusp (andstillpersist.com))

$$dY = \frac{\partial F(Y; a, b)}{\partial Y} dt + dW(t), \quad (2)$$

dengan a, b adalah variabel kontrol, Y variabel keadaan, dan $dW(t)$ adalah komponen stokastik berupa proses Wiener. Jika F diambil fungsi potensial untuk Cusp seperti pada Tabel 1 maka Persamaan (2) menjadi persamaan stokastik untuk model katastrofe Cusp.

Karena variabel keadaan diperoleh dari data observasi Y_1, Y_2, \dots, Y_p yang merupakan variabel acak maka Persamaan Diferensial Stokastik (2) bisa diasosiasikan dengan sebuah fungsi padat peluang, fpp, (Grasman dkk., 2009) yang menyatakan distribusi dari keadaan sistem pada suatu waktu yang dinyatakan dalam bentuk berikut,

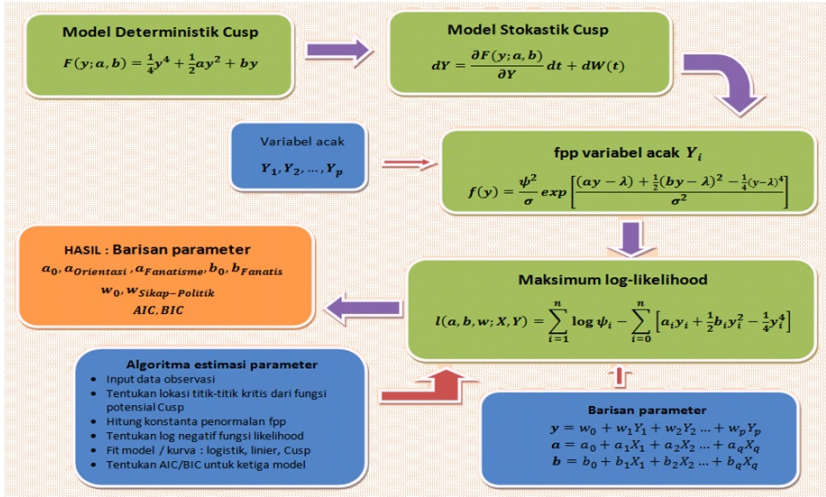


Figure 7: Skema Estimasi Parameter Model Cusp-Nonfuzzy

$$f(y) = \frac{\psi^2}{\sigma} \exp \left[\frac{(ay - \lambda) + \frac{1}{2}(by - \lambda)^2 - \frac{1}{4}(y - \lambda)^4}{\sigma^2} \right], \quad (3)$$

dengan ψ sebuah konstanta penormalan dan λ menyatakan jarak dari titik asal ke variabel keadaan. Pada konteks stokastik ini b disebut faktor *bifurkasi* dan a disebut faktor *asimetri*.

Pada penelitian ini, estimasi parameter dilakukan dengan MLE. Seperti telah dijelaskan di atas, pada model Cusp terdapat dua macam variabel yaitu variabel keadaan dan variabel kontrol. Variabel keadaan y bisa didekati dengan persamaan orde pertama yang linier yaitu $y = w_0 + w_1 Y_1 + w_2 Y_2 + \dots + w_p Y_p$.

Demikian juga dengan variabel kontrol a, b yang diperoleh dari data observasi sebagai variabel bebas sehingga dapat ditulis menjadi $a = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + \dots + a_q X_q$ dan $b = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_q X_q$.

Fitting model Cusp dari data empirik dapat mereduksi masalah mencari solusi dari Persamaan (2) menjadi estimasi parameter

$$\omega_0, \omega_1, \dots, \omega_p, a_0, a_1, \dots, a_q, b_0, b_1, \dots, b_q. \quad (4)$$

Penelitian ini melibatkan tiga variabel, yaitu *Orientasi* sebagai X_1 , *Fanatisme* sebagai X_2 , dan *Sikap politik* sebagai Y . Untuk menentukan parameter a sebagai *normal variable* dan b sebagai *splitting variable* asumsi yang diberlakukan adalah

a hanya bergantung pada *Orientasi* (X_1) dan *Fanatisme* (X_2),

b hanya bergantung pada *Fanatisme* (X_2).

Proses selanjutnya dalam estimasi parameter model Cusp yaitu konstruksi fungsi log-likelihood. Dengan asumsi $\lambda = 0$ (lihat kembali Persamaan (3)), maka dari variabel-variabel a_i , b_i , dan y_i dikonstruksi logaritma dari fungsi likelihoodnya seperti berikut

$$l(a, b, w; X, Y) = \sum_{i=1}^n \log \psi_i - \sum_{i=0}^n \left[a_i y_i + \frac{1}{2} b_i y_i^2 - \frac{1}{4} y_i^4 \right]. \quad (5)$$

Untuk menguji kelayakan model yang terdiri dari barisan parameter digunakan dua kriteria yaitu *Akaike Information Criterion* (*AIC*) dan *Bayesian Information Criterion* (*BIC*). Estimasi model terbaik dipilih berdasarkan nilai *AIC* dan *BIC* terkecil yang berarti meminimasi kehilangan informasi. Formulasi *AIC* dan *BIC* diberikan oleh $AIC = -2l + 2k$ dan $BIC = -2l + k \ln(n)$, dimana k banyaknya parameter pada model yang akan diestimasi, n banyaknya observasi, dan l adalah maksimum log-likelihood dari model.

Pada model Cusp-Nonfuzzy dan model Cusp-Fuzzy terdapat tujuh parameter yang

diobservasi yaitu $a_0, a_{Orientasi}, a_{Fanatisme}, b_0, b_{Fanatisme}, w_0, w_{Sikap-politik}$, maka diambil $k = 7$.

ESTIMASI PARAMETER MODEL KATASTROFE CUSP-FUZZY

Secara umum, pada simulasi model yang datanya diambil dari permasalahan sosial yang melibatkan unsur ketidakpastian, pendekatan fuzzy bisa dilakukan sebagai alternatif untuk mengestimasi parameter model matematika stokastik. Penerapan pendekatan fuzzy akan mereduksi masalah estimasi parameter menjadi masalah *Fuzzy Linear Programming (FLP)*. Akan ditunjukkan dengan kriteria indeks kelayakan model, AIC dan BIC, hasil pendekatan fuzzy mendekati hasil pendekatan nonfuzzy. Pada bagian ini dilakukan proses estimasi parameter model dengan pendekatan fuzzy¹. Penelitian ini mengikuti algoritma yang diperkenalkan oleh Kumar dkk dalam (Kumar, Kundu & Goswami 2003). Sedangkan metodologi dari bagian ini disajikan pada Gambar 8.

Untuk pendekatan fuzzy, diambil \tilde{y}_i sebagai variabel fuzzy dan persamaan pertama dari barisan parameter di atas dinyatakan sebagai $\tilde{y}_i = \tilde{w}_0 + \tilde{w}_1 Y_{i1} + \tilde{w}_2 Y_{i2} + \dots + \tilde{w}_p Y_{ip}$. Tanda 'tilda' menyatakan parameter fuzzy. Pada penelitian ini jumlah parameter yang dijadikan parameter fuzzy hanya dua yaitu \tilde{w}_0 dan \tilde{w}_1 .

Masalah FLP adalah penyelesaian sebuah fungsi objektif dengan pendekatan fuzzy dimana fungsi keanggotaannya disesuaikan dengan karakteristik data. Ingat kembali variabel-variabel yang terlibat adalah *Orientasi*, *Fanatisme*, dan *Sikap Politik*. Seiring pertambahan waktu, jika Orientasi yang dimiliki individu makin tinggi terhadap suatu partai politik tertentu, diiringi oleh meningkatnya Fanatisme, maka Sikap politik yang diambil, akan menurun, dalam artian individu akan menjadi apatis

¹Telah dipublikasikan pada Far East Journal of Applied Mathematics, Volume 77, Number 1, 2013, pp 33-41

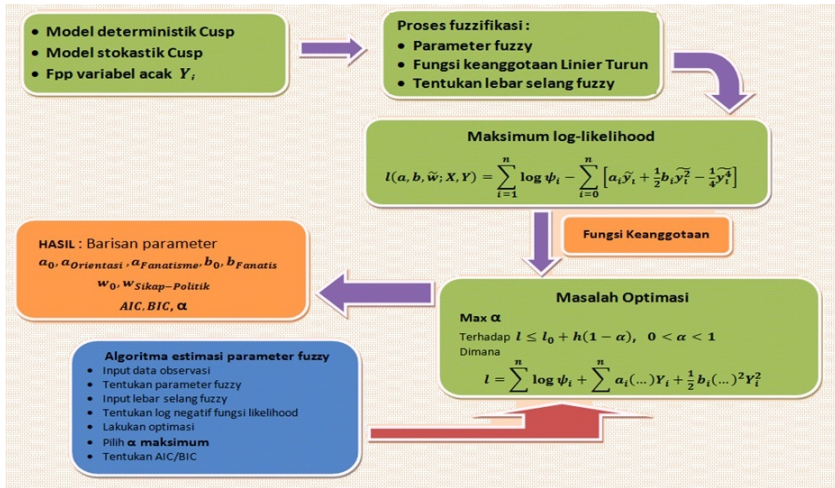


Figure 8: Skema Estimasi Parameter Model Cusp-Fuzzy

dan skeptis terhadap partai politik. Sikap ini bisa digambarkan dengan mengambil fungsi karakteristik keanggotaan berupa fungsi *Representasi Linier Turun* sebagai berikut.

$$\mu_i(w_i) = \begin{cases} 1 & , w_i \leq u_i \\ 1 - \frac{u_i - w_i}{-h_i} & , u_i < w_i < u_i + h_i \\ 0 & , u_i + h_i \leq w_i \end{cases}$$

dimana u_i adalah crisp dan h_i adalah lebar selang. Pencantuman indeks pada μ karena fungsi keanggotaan yang diambil adalah serupa untuk setiap parameter fuzzy yang diestimasi yaitu w_i . Melalui fungsi keanggotaan seperti di atas, diperoleh masalah optimasi berikut,

$$Max \quad \alpha$$

terhadap

$$l \leq l_0 + h_i(1 - \alpha)$$

n	Data			Nonfuzzy	Fuzzy
	X_1	X_2	Y		
1	0.794997	0.582792	0.889115	$a_0 = -1.6850$	$a_0 = 0$
2	0.444841	0.360635	1.031117	$a_{Orientasi} = -4.0210$	$a_{Orientasi} = 0$
3	0.661745	0.857538	1.548953	$a_{Konsistensi} = -0.2675$	$a_{Konsistensi} = 0$
4	0.609516	0.376677	0.461771	$b_0 = -0.1005$	$b_0 = 5.0784$
5	0.459454	0.040697	-0.518076	$b_{Konsistensi} = -0.9561$	$b_{Konsistensi} = 0$
6	0.570331	0.233304	1.156897	$w_0 = -0.0277$	$w_0 = 0$
7	0.634453	0.250578	-0.597402	$w_{Sikap politik} = 1.0676$	$w_{Sikap politik} = 1.0953$
8	0.432781	0.984793	-1.567341	AIC = 7.8679	AIC = 7.2782
9	0.920676	0.354108	1.278875	BIC = 9.9860	BIC = 9.3963
10	0.446084	0.530162	-0.325375		$\alpha = 0.9446$

Figure 9: Tabel Perbandingan Hasil Estimasi Cusp-Nonfuzzy dengan Cusp-Fuzzy

dimana

$$\begin{aligned}
 l = & \sum_{i=1}^n \log \psi_i + \sum_{i=0}^n a_i((u_i + h_i(1 - \alpha)) + (u_i + h_i(1 - \alpha)Y_i)) + \\
 & \frac{1}{2}b_i((u_i + h_i(1 - \alpha))^2 + 2(u_i + h_i(1 - \alpha))(u_i + h_i(1 - \alpha)Y_i^2 + \\
 & (u_i + h_i(1 - \alpha))^2Y_i^2 - \frac{1}{4}((u_i + h_i(1 - \alpha)) + (u_i + h_i(1 - \alpha))Y_i)^4, \\
 & 0 < \alpha < 1,
 \end{aligned}$$

dengan l fungsi log-likelihood, l_0 suatu konstanta, α level-cut, ψ konstanta penormalan, dan h_i lebar selang.

Barisan parameter seperti pada Persamaan (4) dalam konteks model Cusp-Nonfuzzy bisa diperoleh dengan bahasa pemrograman R . Nilai AIC dan BIC pada estimasi dengan pendekatan fuzzy, lebih kecil dibandingkan pada estimasi nonfuzzy. Hasil dari estimasi parameter untuk model Cusp-Nonfuzzy dan model Cusp-Fuzzy dimuat pada Gambar 9.

Pada model Cusp-Fuzzy, parameter yang memiliki nilai tidak sama dengan nol hanya

dua yaitu b_0 dan $w_{Sikap-politik}$. Dari aturan penentuan variabel yang menjadi a sebagai *normal variable* dan b sebagai *splitting variable* maka hasil pada Gambar 8 memperlihatkan bahwa *Fanatisme* adalah variabel yang menyebabkan *splitting*. Ini dapat diinterpretasi sebagai kefanatikan individu/kelompok terhadap parpol tertentu merupakan faktor yang menentukan pada terjadinya perpecahan pada *Sikap Politik*.

ESTIMASI PARAMETER MODEL KATASTROFE SWALLOWTAIL-NONFUZZY

Di atas sudah disebutkan bahwa model katastrofe yang paling banyak digunakan adalah Cusp. Sedangkan model katastrofe Swallowtail masih jarang digunakan sebagai alat bantu analisa masalah. Pada bagian ini dikemukakan hasil utama penelitian disertasi ini yang berupa hasil estimasi parameter pada model katastrofe Swallowtail dengan pendekatan nonfuzzy. Data yang dipakai merupakan hasil observasi psikologi (psikotes) berupa skor intelegensi (I), skor Emosi (E), dan skor Adversitas (A). Penelitian bagian ini mengikuti alur berpikir pada tulisan Guo dalam (Guo, 2008). Pada penelitian ini pendekatan fungsi log-likelihood pada model katastrofe Cusp tidak bisa dianalogikan atau diperluas ke model katastrofe Swallowtail karena tidak tersedia data empirik untuk variabel keadaan. Metodologi dari penelitian ini secara ringkas dapat dilihat pada skema di Gambar 10.

Bentuk fungsi potensial untuk model katastrofe Swallowtail yaitu

$$F(a, b, c; x) = x^5 + ax^3 + bx^2 + cx, \quad (6)$$

dengan a, b, c variabel kontrol dan x variabel keadaan.

Analisa titik-titik kritis yang merupakan turunan dari fungsi potensial bertujuan untuk menentukan sifat-sifat kualitatif dari fungsi potensial di titik-titik kritis

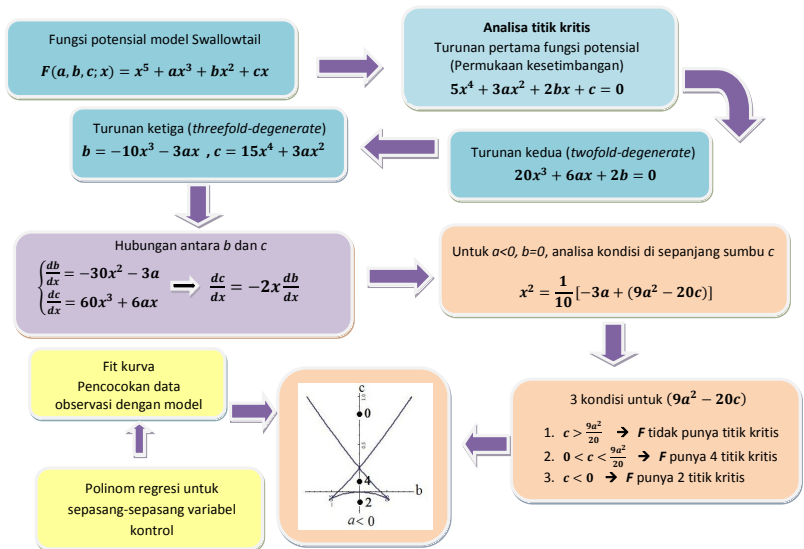


Figure 10: Skema Estimasi Parameter Model Swallowtail-Nonfuzzy

tersebut. Titik-titik kesetimbangan diperoleh dengan membuat turunan pertama dari Persamaan (6) terhadap x sama dengan 0, yang diberikan oleh Persamaan (7)

$$5x^4 + 3ax^2 + 2bx + c = 0. \tag{7}$$

Serangkaian proses dilakukan sehingga diperoleh hubungan antara c dan b untuk nilai a yang tetap. Kondisi ini dibagi menjadi dua yaitu $a < 0$ dan $a > 0$. Kemudian c diplot sebagai fungsi dari b seperti terlihat pada Gambar 11 (a) dan Gambar 11 (b).

Untuk $a > 0$ tidak dibicarakan karena tidak memenuhi kondisi katastrofe, seperti ditunjukkan pada Gambar 11 (a). Untuk $a < 0$ dan $b = 0$, kondisi dianalisa di sepanjang sumbu tegak c .

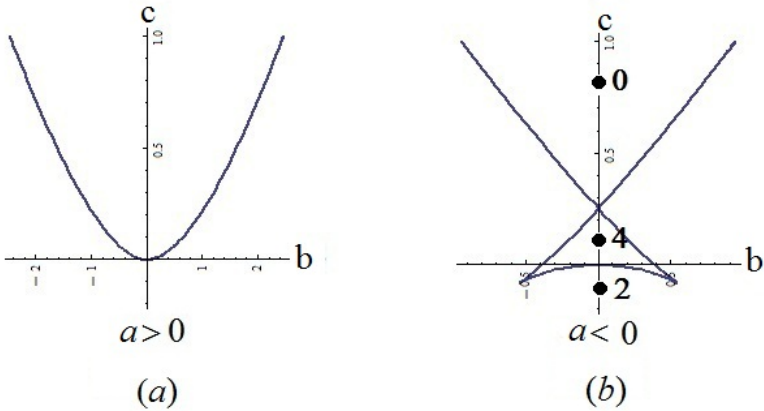


Figure 11: Proyeksi Model katastrofe Swallowtail di Bidang Bifurkasi

$$x^2 = \frac{1}{10} [-3a + (9a^2 - 20c)] \quad (8)$$

Dari Persamaan (8) untuk suku $(9a^2 - 20c)$ bisa ditinjau tiga kondisi berikut,

1. Kondisi pertama yaitu $c > \frac{9a^2}{20}$, Persamaan kesetimbangan (7) tidak memiliki akar riil dan F pada Persamaan (6) tidak mempunyai titik kritis.
2. Kondisi kedua yaitu $0 < c < \frac{9a^2}{20}$, suku $(9a^2 - 20c)$ merupakan sebuah bilangan riil dan memiliki nilai kurang dari $-3a$. Untuk kondisi ini terdapat 4 titik kritis untuk F dimana 2 merupakan titik maksimum dan 2 merupakan titik minimum.
3. Kondisi ketiga yaitu $c < 0$, dua solusi dari Persamaan (7) adalah bilangan riil dan satu di antaranya negatif. Di sini F hanya memiliki 2 titik kritis yaitu satu maksimum dan satu minimum.

Fenomena katastrofe terjadi pada kondisi 2 dan kondisi 3. Dapat disimpulkan bahwa kondisi-kondisi ini seperti yang terlihat pada Gambar 11 (b). Titik-titik 0, 2, dan

4 masing-masing menyatakan kondisi 1 sampai 3 pada penjelasan di atas (Gilmore 1981).

Berikutnya, model dicocokkan dengan data empirik yaitu berupa skor I, E, dan A dari 36 karyawan sebuah perusahaan milik negara. Pandang Persamaan (7), yang menyatakan sebuah permukaan kesetimbangan. Proses ini dilakukan dengan persamaan polinom regresi berikut,

$$y(x) = x^4 + qx^3 + rx^2 + sx + t. \quad (9)$$

Koefisien dari x^4 sama dengan 1. Dengan membandingkan fungsi potensial katastrofe Swallowtail dengan polinom regresi, diperoleh hubungan antar koefisien-koefisiennya sebagai berikut,

$$a = \frac{5}{3} \left[r - \frac{3}{8}q^2 \right] \quad (10)$$

$$b = \frac{5}{2} \left[\frac{q^3}{8} - \frac{qr}{2} + s \right] \quad (11)$$

$$c = 5 \left[-\frac{3q^4}{256} + \frac{q^2r}{16} - \frac{qs}{4} + t \right] \quad (12)$$

dimana a, b, c di ruas kiri adalah parameter fungsi potensial model katastrofe Swallowtail. Hasil pencocokan data empirik dengan model, memberikan hasil seperti pada Tabel 2.

Gambar kurva-kurva Swallowtail untuk masing-masing pasangan IE-IA, EI-EA, dan AI diperlihatkan pada Gambar 12 sampai Gambar 14 (a). Sedangkan pada pasangan AE tidak terjadi kondisi katastrofe dan ditampilkan pada Gambar 14 (b).

Hasil	a	b	c
IE	-40,6563	821,6510	-18336
IA	-34,4896	688,4427	-15231
EI	-65,2229	845,1660	-11802
EA	-85,0896	1055,1	-14060
AI	-70669	7984800	-765130000
AE	29,1771	-422,6927	-7013,1

Table 2: Hasil Estimasi Parameter Model Swallowtail-Nonfuzzy

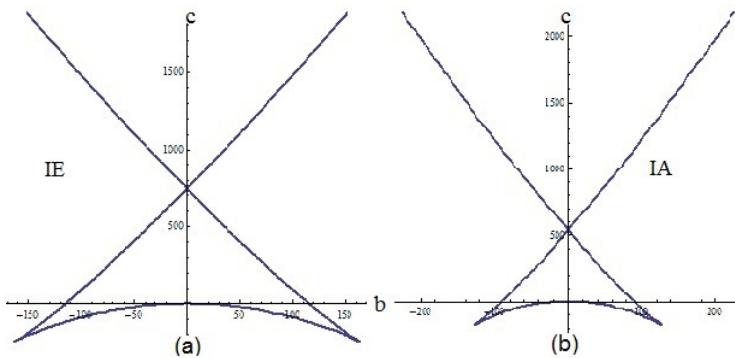


Figure 12: Kurva Swallowtail untuk Pasangan-pasangan IE-IA

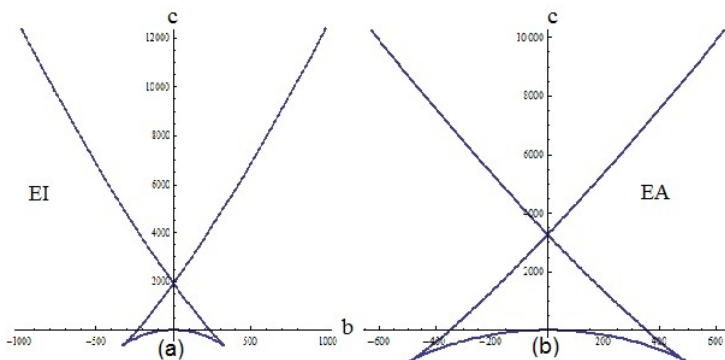


Figure 13: Kurva Swallowtail untuk Pasangan-pasangan EI-EA

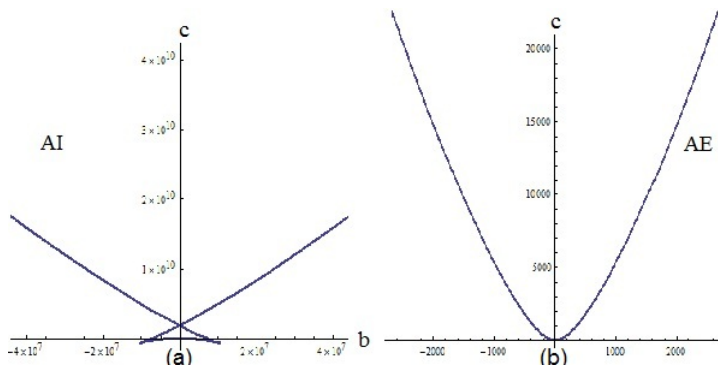


Figure 14: Kurva Swallowtail untuk Pasangan-pasangan AI-AE

Gambar-gambar di atas dapat diinterpretasi dari sudut pandang psikologi sebagai berikut.

1. Gambar 12

Pasangan IE dan pasangan IA sama-sama memenuhi kondisi 2, artinya terjadi kondisi katastrofe. Namun jika I dipasangkan dengan E maka diperoleh gambar ekor burung (Swallowtail) (Gambar 12.(a)) yang lebih besar dibandingkan dengan (Gambar 12 (b)). Ini dapat diinterpretasi jika I dipasangkan dengan E perubahan sedikit saja pada E akan memberi perubahan yang dramatis pada I. Namun dalam rentang nilai I yang sama, kondisi ini tidak terjadi pada A. Kondisi ini memberikan interpretasi bahwa keterkaitan I lebih besar terhadap E dibanding terhadap A. Fenomena ini didukung oleh penelitian yang dilakukan di *Luxembourg University* (ANTARA News, 2014) yang menemukan bahwa pada *Working memory* anak memperlihatkan hubungan yang kuat antara prestasi akademik dan kemampuan membaca. Penelitian tersebut menunjukkan pada anak-anak yang mengalami kesulitan belajar, berpeluang untuk lebih mampu menyerap pelajaran jika diberi metode pengajaran yang mencegah penggunaan memori kerja terlalu banyak.

2. Gambar 13

Mirip dengan kondisi pada Gambar 12, kedua pasangan EI dan EA memenuhi kondisi katastrofe. Perbedaan terletak pada rentang nilai E. Jika nilai E diperbesar maka pada pasangan EA masih terjadi kondisi katastrofe sedangkan pada pasangan EI tidak lagi dipenuhi kondisi ini. Perubahan sedikit saja pada E akan membawa perubahan yang dramatis pada A. Namun perubahan yang terjadi pada I tidak sedramatis perubahan pada A. Dapat disimpulkan bahwa E diduga sangat berpengaruh pada A. Ini terlihat dari kondisi jika E tinggi maka A juga tinggi. Pada bidang psikologi, banyak variabel yang tumpang tindih. Hanya saja seringkali dibedakan karena pencetus teorinya yang berbeda. Ini memperlihatkan bahwa kondisi E dan A yang saling berkaitan adalah hal yang wajar. Reid (Reid, 2008) mendukung hal ini dengan penelitiannya yang memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi kesuksesan seorang pemimpin, di antaranya yaitu kemampuan untuk mengatur emosi diri dan memelihara hubungan baik dengan orang lain.

3. Gambar 14

Hasil pada pasangan AI dan AE agak berbeda dibandingkan pada dua pasangan IE-IA dan EI-EA. Di sini kondisi katastrofe hanya terjadi jika A dipasangkan dengan I (Gambar 14 (a)). Sedangkan jika A dipasangkan dengan E tidak terjadi kondisi katastrofe (Gambar 14 (b)). Kedua hasil ini dapat diinterpretasi bahwa jika A berubah sedikit saja maka akan terjadi perubahan yang dramatis pada I, namun tidak terjadi perubahan dramatis pada E.

ESTIMASI PARAMETER MODEL KATASTROFE SWALLOWTAIL-FUZZY

Pada bagian ini dikemukakan hasil penelitian berupa hasil estimasi parameter model katastrofe Swallowtail dengan pendekatan fuzzy. Data masih menggunakan hasil

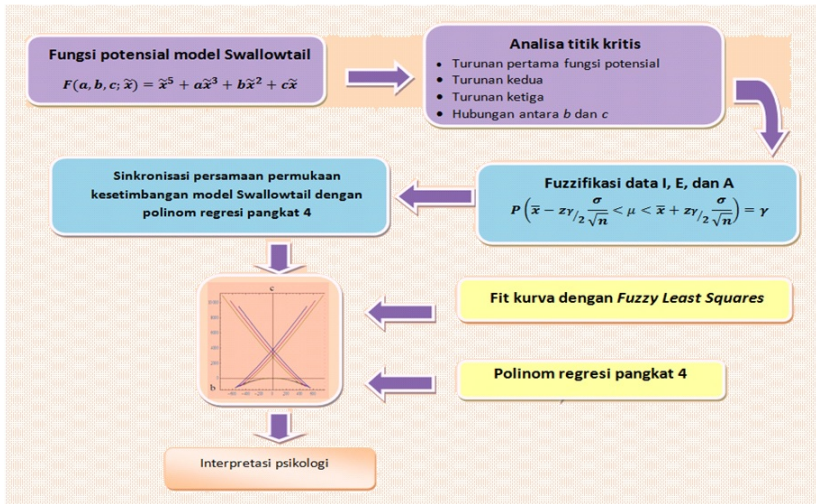


Figure 15: Skema Estimasi Parameter Model Swallowtail-Fuzzy

observasi tiga faktor psikologi yaitu skor I, E, dan A. Sedangkan metodologi penelitian mengikuti logika yang disajikan oleh Roychowdhury (Roychowdhury 1998) yang mengembangkannya untuk proses pencocokan kurva dengan metoda *Fuzzy Least Square* untuk persamaan kuadratik. Perbedaannya, pada penelitian ini dikembangkan untuk persamaan pangkat empat (kuartik). Ringkasan penelitian ini terangkum pada skema di Gambar 15.

Proses mengubah data crisp menjadi data fuzzy dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan fungsi keanggotaan representasi segitiga. Seluruh skor crisp I, E, dan A menjadi titik tengah dari bilangan fuzzy segitiga sedangkan untuk titik kiri dan titik kanan ditentukan dengan memilih lebar selang tertentu. Di bagian ini digunakan teori estimasi parameter dan untuk memperoleh taksiran yang tinggi derajat kepercayaannya diambil koefisien kepercayaan $\gamma = 0,95$. Aturan estimasi parameter untuk selang yang dipakai mengikuti aturan berikut.

$$P\left(\bar{x} - z_{\gamma/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + z_{\gamma/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = \gamma, \quad (13)$$

dengan \bar{x} taksiran rata-rata μ , σ simpangan baku, $z_{\gamma/2}$ bilangan persentil ke $\frac{1+\gamma}{2}$ normal baku dan n banyaknya sampel data. Formulasi ini dipakai dengan beberapa asumsi yang terlebih dahulu harus dipenuhi, yaitu simpangan baku σ diketahui dan populasi data berdistribusi normal.

Hasil	a	b	c
IE _{kiri}	-43,5583	908,8783	-21010
IE	-40,6563	821,6510	-18336
IE _{kanan}	-37,9896	741,9844	-15979
IA _{kiri}	-36,8229	760,3594	-17414
IA	-34,4896	688,4427	-15231
IA _{kanan}	-32,1	619,58	-13212
EI _{kiri}	-70,3917	948,3217	-13806
EI	-65,2229	845,1660	-11802
EI _{kanan}	-60,3896	752,8577	-10077
EA _{kiri}	-91,9229	1186,1	-16483
EA	-85,0896	1055,1	-14060
EA _{kanan}	-78,3583	929,9150	-11840
AI _{kiri}	-70669	7984800	-765130000
AI	-65429	7113400	-655870000
AI _{kanan}	-42047	3688100	-275680000
AE _{kiri}	27,0104	-377,9010	-6043,1
AE	29,1771	-422,6927	-7013,1
AE _{kanan}	31,3438	-486,6823	-8454,5

Table 3: Hasil Estimasi Parameter Model Swallowtail-Fuzzy

Pandang sebuah persamaan kuartik secara umum seperti pada Persamaan (14)

$$\tilde{y}(\tilde{x}) = \tilde{x}^4 + \tilde{q}\tilde{x}^3 + \tilde{r}\tilde{x}^2 + \tilde{s}\tilde{x} + \tilde{t}, \quad (14)$$

dimana \tilde{q} , \tilde{r} , \tilde{s} , dan \tilde{t} adalah parameter fuzzy yang diestimasi. Dengan menggu-

nakan dua kelompok data dari masing-masing variabel fuzzy \tilde{x} dan \tilde{y} yang berupa pasangan terurut $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, dapat dilakukan proses estimasi untuk memperoleh nilai-nilai $\tilde{q}, \tilde{r}, \tilde{s}$, dan \tilde{t} . Prosedur ini merupakan proses meminimumkan galat yaitu jumlah kuadrat sisa seperti berikut,

$$f(\tilde{q}, \tilde{r}, \tilde{s}, \tilde{t}) = \sum_{i=1}^n \varepsilon = \varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2 + \dots + \varepsilon_n^2, \quad (15)$$

dimana $\varepsilon_i = \tilde{y}_i - (\tilde{x}^4 + \tilde{q}\tilde{x}^3 + \tilde{r}\tilde{x}^2 + \tilde{s}\tilde{x} + \tilde{t})$. Minimasi dihitung dengan membuat $\frac{\partial f}{\partial \tilde{q}}, \frac{\partial f}{\partial \tilde{r}}, \frac{\partial f}{\partial \tilde{s}},$ dan $\frac{\partial f}{\partial \tilde{t}}$ masing-masing sama dengan 0. Dengan serangkaian proses diperoleh hasil estimasi parameter untuk model Swallowtail-Fuzzy seperti pada Tabel 3.

Gambar kurva-kurva Swallowtail untuk masing-masing pasangan fuzzy regresi IE, IA, EI, EA, AI, dan AE ditampilkan pada Gambar 16 sampai Gambar 18. Setiap gambar terdiri dari tiga kurva yang masing-masingnya menunjukkan titik-titik kiri, tengah, dan kanan dari data fuzzy. Terlihat bahwa pada pasangan AE tidak terjadi kondisi katastrofe. Ini sesuai dengan nilai-nilai parameter a yang disajikan pada Tabel 3. dimana untuk lima pasangan pertama diperoleh nilai $a < 0$ sedangkan untuk AE diperoleh nilai $a > 0$ untuk ketika pita kiri, tengah, dan kanan.

Hasil-hasil pada Gambar 16 sampai Gambar 18 dapat diinterpretasi dari sudut pandang psikologi sebagai berikut.

1. Gambar 16

Pada estimasi parameter model Swallowtail-Nonfuzzy, pasangan IE dan pasangan IA sama-sama memenuhi kondisi 2, artinya terjadi kondisi katastrofe. Pasangan IE memberikan gambar ekor burung yang lebih besar daripada pasangan IA. Pada estimasi parameter model Swallowtail-Fuzzy, pasangan IE dan pasangan

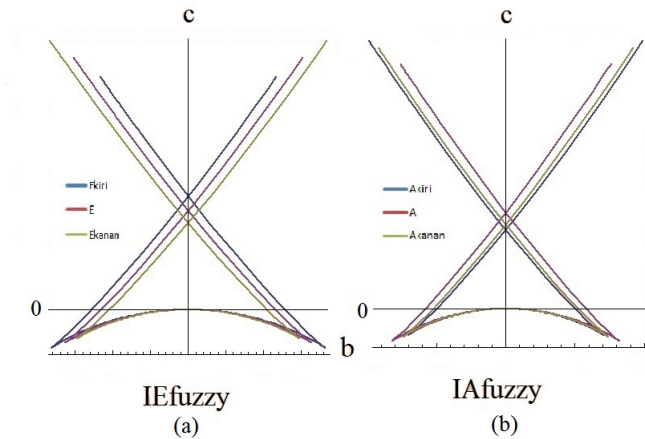


Figure 16: Kurva Swallowtail-Fuzzy untuk IE-IA

IA juga sama-sama memenuhi kondisi 2 yaitu terjadinya katastrofe, seperti terlihat pada Gambar 16 (a) untuk pasangan IE-fuzzy dan Gambar 16 (b) untuk pasangan IA-fuzzy. Pada estimasi parameter model Swallowtail-Fuzzy yang menggunakan analisa regresi, yang menjadi variabel bebas tetap berupa data crisp, sedangkan variabel terikat ini adalah data fuzzy. Karena fungsi keanggotaan yang dipakai adalah representasi segitiga maka setiap data fuzzy terdiri dari 3 bilangan dimana titik tengah merupakan data crisp pada proses estimasi parameter model Swallowtail-Nonfuzzy. Dengan adanya nilai maksimum dan nilai minimum untuk variabel bebas, ini menggambarkan elastisitas dari variabel terikat. Jadi untuk data empirik pada penelitian ini dapat diinterpretasi bahwa agar terjadi kondisi perubahan yang dramatis pada Emosi dan Adversitas, Intele-gensi bisa diubah dalam rentang nilai minimum dan maksimum.

2. Gambar 17

Mirip dengan kondisi pada estimasi parameter Swallowtail-Nonfuzzy, pada pendekatan fuzzy ini, kedua pasangan EI dan EA memenuhi kondisi katastrofe.

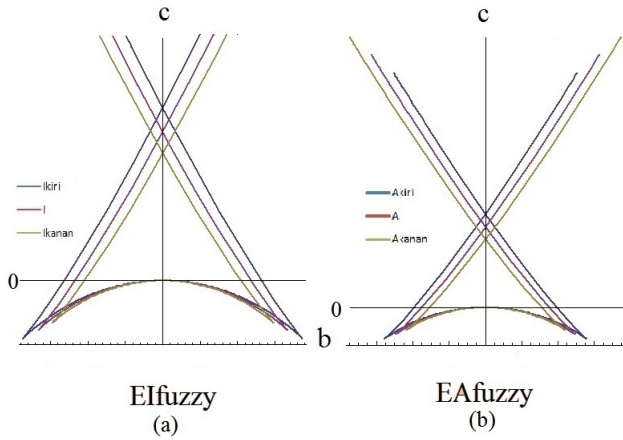


Figure 17: Kurva Swallowtail-Fuzzy untuk EI-EA

Variabel terikatnya sekarang adalah data I fuzzy dan A fuzzy yang masing-masing terdiri dari tiga titik. Terlihat pada Gambar 17, tiga kurva yang dihasilkan oleh masing-masing pasangan EI dan EA memiliki jarak yang tetap. Dalam istilah fuzzy ini mencerminkan ada lebar selang yang tetap. Ini memberikan interpretasi bahwa perubahan yang terjadi pada Intelegensi yang berada dalam rentang sesuai lebar selang, mengakibatkan perubahan yang dramatis pada Emosi. Begitu juga pada perubahan Adversitas dalam lebar selang yang konsisten. Hanya perubahan dramatis yang dialami oleh Emosi lebih panjang rentangnya pada Intelegensi melebihi Adversitas.

3. Gambar 18

Pada estimasi parameter model Swallowtail-Nonfuzzy, hasil pada pasangan AI dan AE agak berbeda dibandingkan pada dua pasangan IE-IA dan EI-EA. Kondisi katastrofe hanya terjadi jika A dipasangkan dengan I (Gambar 18 (a)). Sedangkan jika A dipasangkan dengan E tidak terjadi kondisi katastrofe (Gambar 18 (b)). Kedua hasil ini dapat diinterpretasi bahwa jika A berubah sedikit saja maka akan

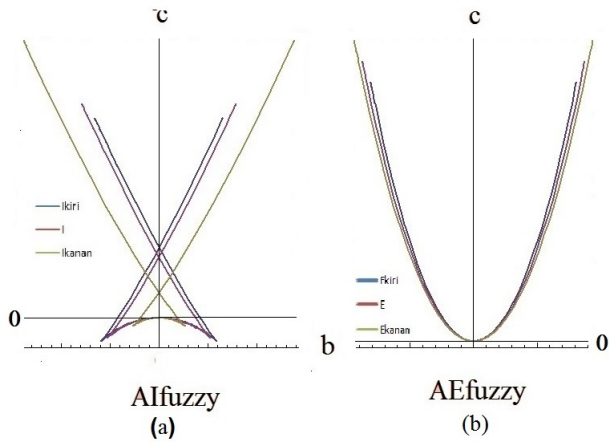


Figure 18: Kurva Swallowtail-Fuzzy untuk AI-AE

terjadi perubahan yang dramatis pada I, namun tidak terjadi perubahan dramatis pada E. Pada estimasi parameter model Swallowtail-Fuzzy, data untuk variabel bebas sekarang terdiri dari tiga data yaitu titik kiri, titik tengah (crisp), dan titik kanan. Dengan rentang nilai yang dimiliki oleh variabel bebas, di sini adalah A, kondisi yang terjadi pada variabel terikat I dan E tidak berbeda dengan estimasi parameter model Swallowtail-Nonfuzzy. Untuk pasangan AI berparameter fuzzy, perubahan pada A tetap mengakibatkan perubahan dramatis pada I. Jadi, kondisi katastrofe untuk pasangan AI berparameter fuzzy masih dipenuhi, walaupun nilai I berada dalam rentang I minimum sampai I maksimum. Pada data kondisi ini ditunjukkan dengan nilai I kiri sampai nilai I kanan. Sedangkan pada pasangan AE berparameter fuzzy, walaupun nilai E berubah dari nilai E kiri hingga nilai E kanan, pada A tetap tidak terjadi kondisi katastrofe.

KESIMPULAN

Penelitian disertasi ini memberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses fuzzifikasi yaitu mengubah data crisp menjadi input fuzzy dilakukan dengan aturan estimasi parameter dengan selang kepercayaan dimana diambil koefisien kepercayaan $\gamma = 0,95$.
2. Proses estimasi parameter model katastrofe Swallowtail-Fuzzy melibatkan aturan baru aritmetika untuk bilangan-bilangan fuzzy dan prinsip *Fuzzy Regresi Least Square*. Dalam proses numerik, pendekatan ini diharapkan memberikan waktu proses yang lebih singkat.
3. Estimasi parameter model katastrofe Swallowtail dengan pendekatan fuzzy analog dengan pendekatan nonfuzzy, hanya saja data yang dipakai terlebih dahulu diubah menjadi data dalam bentuk fuzzy.
4. Proses fuzzifikasi mengawetkan lebar selang.
5. Penggunaan metode fuzzy memperlihatkan fleksibilitas pada data menjadi lebih tinggi.
6. Hasil estimasi parameter model katastrofe Swallowtail-Fuzzy tidak semuanya menghasilkan kondisi katastrofe. Ini dapat dilihat pada Gambar 18 (b).

Namun kesimpulan ini hanya berlaku untuk data pada penelitian ini saja. Jika ingin diperoleh kesimpulan yang bersifat inferensial (berlaku secara umum), diperlukan penelitian-penelitian lain yang memperlihatkan bahwa pendekatan fuzzy untuk mengestimasi parameter model katastrofe memang memberikan hasil yang lebih baik daripada pendekatan nonfuzzy.

PENELITIAN LANJUTAN

Masih terdapat beberapa masalah terbuka yang perlu dikaji, antara lain

1. Dibuatnya suatu prosedur untuk bisa melakukan fuzzifikasi pada lebih banyak parameter dan data berdasarkan algoritma yang telah disusun.

2. Menemukan sebuah kriteria untuk membandingkan hasil estimasi parameter dengan pendekatan fuzzy dan non fuzzy untuk model katastrofe Swallowtail, mirip dengan kriteria AIC dan BIC pada model katastrofe Cusp.
3. Pengambilan fungsi keanggotaan yang lebih kompleks, misalnya Fungsi Representasi Trapesium, dan membandingkan hasilnya dengan pengambilan fungsi keanggotaan yang telah dilakukan pada penelitian-penelitian disertasi ini.
4. Memperluas aplikasi model katastrofe Swallowtail pada masalah-masalah di dunia nyata.
5. Terdapat beberapa teknik transformasi untuk menormalkan distribusi data di antaranya dengan mengkuadratkan data atau mengubahnya menjadi logaritma. Dalam penelitian ini karena fokusnya tidak pada membandingkan teknik-teknik transformasi maka hal ini tidak dilakukan. Ke depan terbuka untuk diteliti juga perbandingan berbagai teknik transformasi ini dan membandingkan hasil estimasi parameternya sehingga bisa dilihat konsistensinya.
6. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah data empirik I, E, dan A yang pada penelitian ini tidak diperoleh dari tiga alat ukur yang terpisah. Akibatnya analisa data yang dihasilkan memberikan nilai yang jika diinterpretasikan ke dalam dunia nyata menjadi hal yang kurang wajar. Ke depan, jika bisa diperoleh data-data faktor I, E, dan A dari tiga alat ukur yang terstandarisasi sehingga nama faktor-faktor bisa diganti dengan IQ, EQ, dan AQ, maka diharapkan analisa dan interpretasi akan lebih mendekati kondisi di dunia nyata.

UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah, Segala Puji bagi Allah SWT karena atas kehendakNya jualan akhirnya disertai ini dapat diselesaikan.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Sutawanir Darwis, PhD yang telah bersedia menjadi promotor (pembimbing I), memberikan arahan dan bimbingan secara terus menerus. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Agus Yodi Gunawan yang telah bersedia menjadi pembimbing II dan senantiasa telaten serta penuh kesabaran membangkitkan semangat penulis dalam menyelesaikan studi program doktor ini. Berikutnya kepada Dr. Efi Fitriana yang telah bersedia menjadi pembimbing III, yang senantiasa menerima kehadiran penulis di rumahnya, di sela-sela kesibukannya yang padat. Juga kepada Prof. M. Salman AN, selaku Mantan Ketua Program Studi Doktor Matematika ITB dan Prof. Dr. Janson Naiborhu selaku Ketua Program Studi Doktor Matematika ITB, untuk arahan dan fasilitas yang diberikan selama penulis menempuh studi di Matematika ITB. Terimakasih khusus kepada Ibu Udjianna S. Pasaribu, PhD, selaku ketua Kelompok Keahlian Statistika Matematika ITB untuk arahan, bimbingan, dan perhatiannya kepada penulis selama menempuh pendidikan di Matematika ITB. Tak lupa untuk Novriana Sumarti, PhD dan Khreshna I.A. Syuhada PhD selaku pembaca proposal disertai, untuk masukan berharganya sehingga proposal yang penulis ajukan layak menjadi topik disertai. Khususnya kepada Kepada Tim Pembaca dan Penguji disertai pada Sidang Tertutup, Sapto Wahyu Indratno, PhD, Novriana Sumarti, PhD, Dr. Agus Abdurrahman, S Psi, M Psi, penulis sangat berterima kasih atas koreksi dan saran yang diberikan. Juga untuk Prof. Dr. Wono Setyabudhi selaku Pimpinan Sidang tertutup, untuk klarifikasi matematika yang sangat membantu untuk perbaikan disertai ini. Serta tim penguji pada Sidang Terbuka, Khreshna I.A. Syuhada, PhD, Novriana Sumarti, PhD, dan Dr. Agus Abdurrahman, S Psi, M Psi. Tak lupa untuk Han, HLJ. van der Maas, atas izin penggunaan datanya. Terimakasih khusus penulis sampaikan kepada Drs. Zamzam A.J.T., M Si, selaku pembimbing spiritual yang senantiasa membimbing langkah-langkah penulis.

Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Kementrian Agama, melalui Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, khususnya Fakultas Psikologi yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan Program Studi Doktor di Institut Teknologi Bandung. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada Kementrian Pendidikan Nasional, melalui Direktorat Pendidikan Tinggi yang telah memberikan kesempatan dan dukungan finansial selama penulis menempuh program doktor dengan Beasiswa Pendidikan Pasca Sarjana (BPPS) selama tiga tahun pertama. Terima kasih kepada Dekan dan Wakil Dekan FMIPA ITB, Ketua Program Studi Doktor Matematika ITB serta dosen

dan staf di Program Studi Doktor Matematika ITB atas bantuan yang diberikan, khususnya pada Ibu Dr. Hanni G., Ibu Diah, Pak Yana, Ibu Tri dan Ibu Noey (FMIPA ITB), Ibu Cucu, Ibu Euis, Ibu Santi, Ibu Nina (perpustakaan Matematika ITB), Kang Asep (Laboratorium Matematika ITB), Pak Dudy, dan lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Terima kasih kepada teman-teman S3 Matematika ITB, atas kerjasama, diskusi, saran dan segala bantuan yang diberikan, terutama teman-teman di ruang 301 atau yang pernah bekerja di ruang 301: Nina Fitriyati, Khusnul Novianingsih, Solikhatur, Gantina Rachmaputri, Nunung Nurhayati, Lukita Ambarwati, Meta Kallista, Tasmi, Erwinna Chendra, dan Yenie Syukriah. Terima kasih pula penulis sampaikan kepada teman-teman S3 lainnya yang sangat membantu penulis selama menempuh studi pada program doktor ini, terutama Kasbawati dan Mulia Astuti. Juga kepada Bapak Ruhayat, Kepala SDM PT LEN Industri yang telah mengizinkan penggunaan data psikotes calon karyawan PT LEN Industri yang juga merupakan alumni ITB. Tak lupa untuk Hariyadi, ST, karyawan PT LEN Industri, yang telah menjadi teman diskusi untuk program komputer. Terimakasih juga penulis haturkan kepada Dr.rer.nat M.Ikbal Arifiyanto, pengajar pada Prodi Astronomi ITB untuk bantuannya dalam proses penyusunan alat ukur. Tidak lupa untuk teman-teman MA'90 ITB atas dukungannya, Ira, Anie, Nunung, Evi.

Terimakasih juga penulis sampaikan kepada rekan-rekan sejawat dosen di Fakultas Psikologi UIN Sunan Gunung Djati Bandung untuk dukungan moril dan semangatnya, terutama Dekan Fakultas Psikologi Prof. Adang Hambali, Wakil Dekan I Dr. Agus Abdul Rahman, dan Wakil Dekan II Drs. Ujam Jaenudin. Tentunya juga untuk Ening Ningsih, S Psi, Psi, yang telah jadi teman diskusi dalam berbagai kajian psikologi, Lufiana Harnany Utami, M Si, yang telah membantu dalam proses penulisan publikasi internasional, Dra Rosleny Marliani, M Si dan Farid S. Nurdin, M Stat, untuk semangat dan motivasinya, serta Fridayanti, S Psi, Psi, M Si, untuk literatur-literturnya.

Terima kasih yang tak terhingga kepada suami penulis, Agung Darmawan dan ketiga buah hati kita Kakak Uwi, Mas Alka, dan De Aura, untuk semua pengertian, motivasi, dan doanya. Juga kepada kakanda tercinta Prof. Dr. John Hendri dan Dra. Aspita Laila, MS, untuk teladan, motivasi, dan doanya. Serta kakanda Zidny Immawan Muslimin, S Psi, Psi, M Si, dan Dra. Erlina Listiyanti Widuri, S Psi, Psi, M Si, yang telah menjadi teman diskusi tentang psikologi. Begitu juga kepada ibunda mertua Ny. Hj. Nugrihani dan pamanda Kolonel Inf (Purn) H.Masri Nurdin dan Tante Hj. Enny Masri, penulis haturkan terimakasih banyak untuk doa dan dukungannya.

Terakhir dan terutama, untuk kedua orangtuaku tercinta yang telah berpulang ke Rahmatullah, H. Abdullah MS, S.H, (alm) dan Hj. Sa'adat Nurdin, B.A. (almh), terimakasih untuk teladan hidup, cita-cita, dan semangat yang ditanamkan sedari kecil untuk selalu melakukan yang terbaik dan menjadikan diri sebagai manusia yang berguna bagi makhluk lain. Tentunya juga untuk kakanda tercinta, Asfar RS Abdullah (alm) yang pertama kali memperkenalkan 'indahnyanya' Matematika. Semoga apa yang kulakukan ini menjadi secercah cahaya yang menerangi barzakhmu bertiga. Amiin YRA.

Semoga karya ini baik proses maupun hasilnya dicatat Allah SWT sebagai amal sholeh bagi penulis dan seluruh pihak yang telah membantu penulis.

RIWAYAT HIDUP

Penulis adalah anak ketiga dari tiga bersaudara, dilahirkan di Batusangkar, Sumatera Barat pada tanggal 17 Mei 1971 dari orang tua H. Abdullah MS,SH, dan Hj. Sa'adat Nurdin, BA. Penulis menikah dengan Agung Darmawan pada 1 Januari 1995 dan kini telah dikaruniai tiga orang anak.

Penulis menempuh pendidikan dasar dan menengah pertama di Batusangkar. Selanjutnya pada tahun 1988, penulis melanjutkan pendidikan menengah atas tahun kedua di kota Bandung. Pada tahun 1990, penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Matematika FMIPA Institut Teknologi Bandung dan memperoleh gelar sarjana pada tahun 1995. Penulis diterima menjadi staf pengajar luar biasa di Fakultas Psikologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung pada tahun 2001 dan diangkat sebagai pengajar tetap di universitas yang sama pada tahun 2007. Pada tahun 2004 penulis melanjutkan studi Magister di Program Pascasarjana Jurusan Matematika FMIPA Institut Teknologi Bandung. Penulis memperoleh gelar Magister Matematika pada bulan Juli 2006. Selanjutnya pada tahun 2010, penulis menerima beasiswa BPPS untuk menempuh studi Doktor di Kelompok Keahlian Statistika Program Studi Matematika FMIPA Institut Teknologi Bandung.

Selama mengikuti Program Doktor, penulis telah melakukan kegiatan penelitian yang hasil-hasilnya dipublikasikan dalam jurnal/prosiding atau dipresentasikan dalam suatu pertemuan ilmiah. Berikut adalah daftar hasil-hasil penelitian tersebut dan kegiatan akademik lainnya yang diikuti penulis.

Publikasi Ilmiah

- (i) Meiza, A. Darwis, S. Gunawan, AY. Model Katastrofi untuk Performansi Kerja : Cusp atau Swallowtail? *Proceeding SemNas MIPA UNY* (2011), p 409-416.
- (ii) Meiza, A. Darwis, S. Gunawan, AY. Fuzzy Parameters Estimation Method for The Cusp Catastrophe Model. *Proceedings 2nd Basic Science International Conference* (2012), p 45-48
- (iii) Meiza, A. Darwis, S. Gunawan, AY. Fuzzy Approach for Catastrophe Model Parameter Estimation. *Far East Journal of Applied Mathematics* (2013), 77, 1, p 33-41

Makalah yang dipresentasikan

- (i) International Conference 2nd Basic Science UnBra, 24-25 Februari 2012, Malang, judul makalah 'Estimation Method for The Cusp Catastrophe Model Involving Fuzzy Parameters'
- (ii) ICMNS ITB 2012, 8-9 November 2012, Bandung, judul makalah 'Fuzzy Approach for Catastrophe Model Parameter Estimation'
- (iii) EASIAM ITB, 18-19 Juni 2013, Bandung, judul makalah 'Quantitative Analysis for the Relationship Among Intelligent Three Parameters Based On Swallowtail Catastrophe Model'
- (iv) ICASS ITB, 21-23 Oktober 2014, Bandung, judul makalah 'Swallowtail Catastrophe Model Parameter Estimation With Polynomial Regression'
- (v) Seminar Nasional MIPA UNY, 14 Mei 2011, Yogyakarta, judul makalah 'Model Katastrofi untuk Performansi Kerja : Cusp atau Swallowtail ? '
- (vi) KNM XVII ITS, 11-13 Juni 2014, Surabaya, judul makalah 'Estimasi Parameter Model Katastrofe Swallowtail dengan Regresi Polinom'

Pertemuan Ilmiah yang Pernah Diikuti

- (i) Peserta Seminar kecil Lecture on Statistics oleh SSN Perera, Ph.D : Fuzzy Logic and Applications, ITB, 18 April 2013.
- (ii) Presentasi bersama dengan dosen dan mahasiswa dari Prince of Songkla University, Pattani, Thailand, ITB, 9 September 2013
- (iii) Peserta Workshop on Complex Sample Survey Design, Prof. Don Mc Neil, ITB, 11 September 2013.
- (iv) Peserta Workshop on Statistics: Product Warranty and Maintenance (WSPWM), ITB, 22-23 November 2013.
- (v) Peserta Workshop : Some Aspects of Interacting Particle Systems, Dr. Torben Fattler, University of Kaiserslautern, ITB, 17-18 November 2014.

REFERENCES

- Bender, E. (1978), *An Introduction to Mathematical Modeling*, ISBN 0-486-68131-9, Wiley, New York.
- Cobb, L. (2010), 'Estimation Theory for The Cusp Catastrophe Model. Revised Edition', *Proceedings of the American Statistical Association Section on Survey Research Methods* 772–776.
- Gilmore, R. (1981), *Catastrophe Theory for Scientists and Engineers*, John Wiley and Sons., New York.
- Goleman, D. (1995), *Emotional Intelligence : Why it can matter more than IQ*, Bantam Books, University of Michigan.
- Isnard, C. & Zeeman, E. (1976), *Some Models from Catastrophe Theory in Social Sciences*, The International Behavioural and Social Sciences Library Tavistock Press, CPI Antony Rowe, Eastbourne.
- Kumar, S. D., Kundu, P. & Goswami, A. (2003), 'An Economic Production Quantity Inventory Model Involving Fuzzy Demand Rate and Fuzzy Deterioration Rate', *Korean Society for Computational and Applied Mathematics* **12**(1-2), 251–260.
- Roychowdhury, S. (1998), 'Fuzzy Curve Fitting Using Least Square Principles. Designated Topic Areas', *Computational Cybernetics 29 Soft Computing, IEEE* 4022–4027.
- Setiawan, E. (2014), *Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) online*, versi 1.3, Pusat Bahasa Kemdikbud.
- Stolz, P. (2000), *Adversity Quotient: Turning Obstacles Become Opportunities*, Grasindo, Jakarta.
- Wechsler, D. (1939), *The Measurement of Adult Intelligence*, Williams and Witkins, Baltimore (MD).