

# ANALISIS BIAYA-VOLUME-LABA MULTIPRODUK BERBASIS LOGIKA FUZZY

Yudi Kristyawan<sup>1)</sup>, Arif Djunaidy<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo

Jl. Semolowaru No.84, Surabaya, 60118

Telp : (031) 5944744, Fax : (031) 5938935

<sup>2)</sup>Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Kampus Keputih, Sukolilo Surabaya, 60111

Telp : (031) 5999944, Fax : (031) 5964965

E-mail : krisyudik@gmail.com<sup>1)</sup>

---

## Abstract

*Multiproduct cost-volume-profit analysis is an extension of the conventional analytical tool cost-volume-profit, is widely used in managerial decision making, in relation to profit planning. The increasing business competitions, makes the business environment more complex and uncertain. Whereas uncertainty variable analysis using mathematical and statistical models are considered too complex and require experience in order to use it properly. Therefore, managers need a method that is simple, practical, and minimal resources in managerial decision making under conditions of uncertainty. In this research, fuzzy logic, as the reasoning techniques of uncertainty split into several subsystems fuzzy, then apply a hierarchical structure to simplify the system. Fuzzy sets applied to each fuzzy subsystem to handle imprecision quantitatively, using rule-based knowledge and then fuzzy inference mechanism developed based on Mamdani's model for assessing profit. Base on the experimental results, system has a very good performance with average performance 88.5%.*

## Abstrak

*Analisis biaya-volume-laba multiproduk merupakan perluasan dari analisis biaya-volume-laba konvensional, digunakan secara luas dalam pengambilan keputusan manajerial, dalam kaitannya untuk perencanaan laba. Meningkatnya persaingan bisnis membuat lingkungan bisnis semakin kompleks dan diliputi ketidakpastian. Sedangkan, analisis variabel ketidakpastian dengan menggunakan model matematik dan statistik dianggap terlalu kompleks dan memerlukan pengalaman agar dapat menggunakannya dengan benar. Oleh karena itu, manajer memerlukan metode yang sederhana, praktis, dan sumber daya yang minimal dalam pengambilan keputusan manajerial pada kondisi ketidakpastian. Dalam penelitian ini, logika fuzzy, sebagai teknik penalaran ketidakpastian dibagi menjadi beberapa subsistem fuzzy, kemudian diterapkan struktur hirarki untuk menyederhanakan sistem. Konsep himpunan fuzzy diterapkan pada setiap subsistem fuzzy untuk menangani ketidaktepatan secara kuantitatif, menggunakan pengetahuan berbasis aturan dan kemudian mekanisme inferensi fuzzy berdasarkan metode penalaran fuzzy Mamdani untuk menilai laba. Berdasarkan hasil uji coba disimpulkan sistem mempunyai kinerja yang sangat baik dengan rata-rata kinerja 88.5%.*

**Kata kunci:** analisis biaya-volume-laba multiproduk, logika fuzzy

## 1. PENDAHULUAN

Meningkatnya persaingan dan kompleksitas lingkungan bisnis membuat banyak perusahaan melakukan diversifikasi produk agar dapat tetap eksis dalam dunia bisnis. Pada lingkungan bisnis yang selalu berfluktuasi dan tidak dapat diprediksi dengan pasti membuat manajer harus mengambil keputusan dalam kondisi ketidakpastian. Ketidakpastian digambarkan sebagai suatu kondisi yang terdapat

kemungkinan munculnya beberapa hasil (lebih dari satu hasil), tetapi kita tidak dapat mengetahui berapa probabilitas dari masing-masing hasil tersebut [15]. Kondisi ini mengakibatkan manajer lebih sulit mengambil keputusan manajerial dalam rangka melakukan perencanaan laba. Sehingga keputusan yang dibuat seringkali lebih didasarkan pada intuisi dan pengalaman manajer semata dan bukan didasarkan pada ketersediaan data yang jelas dan akurat.

Perangkat analisis yang telah digunakan secara luas sebagai suatu alat yang sangat berguna untuk perencanaan laba dan pengambilan keputusan adalah analisis biaya-volume-laba (BVL) [10][11], yang fungsi utamanya adalah untuk memperkirakan dampak perubahan harga jual, volume penjualan, dan biaya terhadap laba [19]. Analisis BVL ini sangat berguna bagi pihak manajemen dalam memberikan perintah serta membantu manajer memahami hubungan timbal balik antara biaya, volume dan laba [9].

Pada model BVL konvensional, semua variabel diasumsikan dapat diidentifikasi dan diketahui dengan pasti [10]. Hal ini tentu saja mengabaikan faktor ketidakpastian di masa depan dan tidak sesuai dengan lingkungan bisnis yang sebenarnya [6].

Sejak itu muncul banyak penelitian yang menganalisis variabel ketidakpastian BVL untuk produk tunggal dengan menggunakan model probabilistik dan stokastik seperti [2][8][12][13][14][16][18][22]. Tetapi model probabilistik dan stokastik tersebut dianggap terlalu kompleks karena memerlukan keahlian dalam bidang matematika dan statistik. Model konseptual penggunaan himpunan fuzzy dalam model keputusan BVL produk tunggal, pertama kali dipelopori oleh Chan dan Yuan tetapi mereka tidak menggunakan pendekatan logika fuzzy dan masih memerlukan tambahan definisi serta perbaikan untuk aplikasi praktis [5]. Kemudian Akhter dan Maamar menggunakan himpunan fuzzy dan aplikasi logika fuzzy untuk menganalisa pengaruh ketidakpastian dengan pemodelan kognitif pada e-commerce [3], penggunaan himpunan fuzzy dan aplikasi logika fuzzy juga digunakan untuk mengatasi masalah ketidakpastian faktor-faktor penentu laba dalam kaitannya dalam perhitungan laba, tetapi model tersebut masih terbatas untuk produk tunggal [24]. Sedangkan usaha untuk merelaksasi BVL multiproduk ke dalam model nonlinear mengandung terlalu banyak variabel 0-1 dan batasan sehingga tidak dapat diterapkan dalam situasi dunia bisnis yang nyata [23]. Oleh karena itu, manajer perlu dibantu dengan metode yang lebih sederhana dan praktis untuk mendukung seorang manajer dalam proses pengambilan keputusan dalam kondisi ketidakpastian untuk perencanaan laba pada perusahaan yang memproduksi lebih dari satu jenis produk (multiproduk).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menunjukkan Bagaimana konsep himpunan fuzzy dan aplikasi logika fuzzy dapat diterapkan dengan mudah untuk menganalisis variabel ketidakpastian pada

pengambilan keputusan BVL untuk perusahaan multiproduk dalam menentukan tingkat laba.

Analisis variabel ketidakpastian BVL dengan menggunakan himpunan fuzzy dan aplikasi logika fuzzy saat ini hanya terbatas untuk satu jenis produk saja. Karena operasi-operasi pada logika fuzzy berbasis aturan, maka untuk satu produk dengan 4 variabel masih masuk akal diproses dengan logika fuzzy, sedangkan untuk banyak variabel masukan, hal ini akan sangat rumit dan sulit dilakukan. Dengan demikian kontribusi utama penelitian ini adalah ide mengembangkan konsep sistem analisis BVL menggunakan himpunan fuzzy dan aplikasi logika fuzzy agar dapat diterapkan untuk analisis lebih dari satu produk (multiproduk) dengan desain arsitektur hirarki sesuai dengan model BVL.

## 2. METODOLOGI

Dalam dunia komputer, logika fuzzy digunakan untuk menangani masalah ketidakpastian. Atas dasar hal itu untuk menangani masalah ketidakpastian dalam analisis BVL multiproduk pada penelitian ini digunakan logika fuzzy. Setiap variabel dikaitkan dengan banyak ketidakpastian yang berakibat pada variasi tingkat laba. Variabel ketidakpastian ini direpresentasikan oleh himpunan fuzzy dan dinyatakan secara teratur sebagai variabel linguistik. Untuk variabel masukan linguistik diklasifikasikan sebagai *low*, *med*, *high* sedangkan untuk variabel keluaran diklasifikasikan sebagai *very low*, *low*, *med*, *high* dan *very high*. Variabel dengan informasi non-crisp ini sesuai dengan sifat yang tidak tepat. Konsep himpunan fuzzy juga memungkinkan untuk dilakukan operasi matematika pada informasi atau pengetahuan yang tidak tepat [1]. Sementara itu analisis kuantitatif tidak dapat mengatasi masalah ketidaktepatan ini. Pada analisis BVL multiproduk, kendala utama adalah jumlah variabel masukan yang banyak. Untuk mengatasi hal itu diterapkan model hirarki dengan arsitektur yang sesuai dengan konsep BVL untuk menyederhanakan proses. Pada bagian ini diberikan penjelasan beberapa teori yang berkaitan dengan analisis BVL dan desain *fuzzy* yang diterapkan pada penelitian.

### 2.1 Analisis BVL dan Variabel yang Terkait

Secara umum laba merupakan selisih dari total pendapatan dan total biaya. Total pendapatan dibentuk oleh faktor harga dan volume penjualan sedangkan total biaya dibentuk oleh faktor biaya variabel dan biaya tetap [4]. Bentuk dasar analisis BVL tradisional adalah stokastik menghitung dampak perubahan volume

penjualan, harga, biaya variabel dan biaya tetap yang hubungannya didefinisikan sebagai:

$$T = s(p - v) - F \quad (1)$$

Keterangan:

T = Laba

s = Volume Penjualan

p = Harga

v = Biaya variabel

F = Biaya tetap

Bentuk analisis BVL tradisional hanya dapat dipergunakan untuk 1 produk, jika diaplikasikan untuk sejumlah 3 produk (multiproduk) rumus (1) dapat diperluas menjadi:

$$T = (\sum_{i=1}^3 s_i(p_i - v_i)) - F \quad (2)$$

Keterangan:

i = produk

## 2.2 Logika Fuzzy

Fungsi keanggotaan himpunan fuzzy yang digunakan dalam penelitian ini untuk mewakili nilai-nilai yang tidak tepat terkait dengan klasifikasi harga, volume, biaya variabel tiap produk dan biaya tetap perusahaan [24].

Sebagai pembahasan pertama, level harga produk1 disimbolkan A diwakili oleh himpunan fuzzy yang didefinisikan sebagai:

$$A = \sum_{i=1}^3 A_i \quad (3)$$

Keterangan:

A = Produk1

i = 1,2,3 berturut-turut mewakili *low*, *med* dan *high*

$A_i$  merupakan universe dari subset fuzzy variabel harga untuk produk1 dengan  $i = 1, 2, 3$  berturut-turut sebagai indikator level *low*, *med* dan *high* untuk harga produk1. Sebagai contoh untuk  $i=1$  dapat didefinisikan sebagai:

$$A_1 = \sum_{j=1}^3 \frac{\mu_{p1}(x_j)}{x_j} = (x; a, b, c) \quad (4)$$

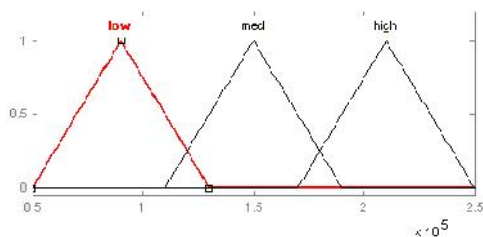
Dengan  $b = \frac{(a+c)}{2}$ , x adalah elemen subset fuzzy

$A_1$  dan  $\mu_{p1}(x_j)$  adalah nilai derajat keanggotaan dari level *low*. Sehingga fungsi keanggotaan untuk harga produk1 pada level *low*, *med*, *high* berturut-turut dapat didefinisikan seperti pada persamaan (5)-(7) dan diilustrasikan seperti pada gambar 1.

$$A_1 = (x; 50000, 90000, 130000) \quad (5)$$

$$A_2 = (x; 110000, 150000, 190000) \quad (6)$$

$$A_3 = (x; 170000, 210000, 250000) \quad (7)$$



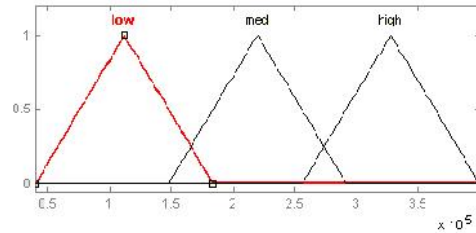
Gambar 1. Fungsi keanggotaan harga produk1

Fungsi keanggotaan untuk volume produk1 disimbolkan B pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (8)-(10) dan diilustrasikan seperti pada gambar 2.

$$B_1 = (x; 40000, 112000, 184000) \quad (8)$$

$$B_2 = (x; 148000, 220000, 292000) \quad (9)$$

$$B_3 = (x; 256000, 328000, 400000) \quad (10)$$



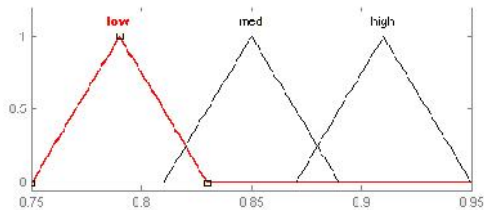
Gambar 2. Fungsi keanggotaan volume produk1

Fungsi keanggotaan untuk biaya variabel produk1 disimbolkan C pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (11)-(13) dan dapat diilustrasikan seperti pada gambar 3.

$$C_1 = (x; 0.75, 0.79, 0.83) \quad (11)$$

$$C_2 = (x; 0.81, 0.85, 0.89) \quad (12)$$

$$C_3 = (x; 0.87, 0.91, 0.95) \quad (13)$$



Gambar 3. Fungsi keanggotaan biaya variabel produk1

Langkah berikutnya adalah menetapkan aturan fuzzy terkait dengan tingkat laba untuk produk1. Jumlah aturan pada penelitian ini dirumuskan dari kombinasi parameter masukan fuzzy seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Formasi aturan terkait laba produk1

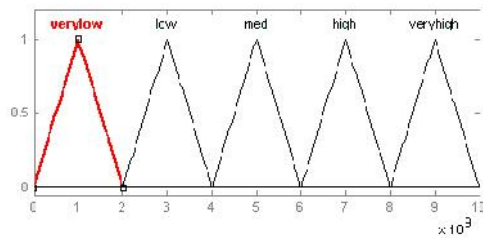
No.	Harga	Var.cost	Volume	Laba produk1
1	Low	Low	Low	Very Low
2	Low	Low	Med	Low
3	Low	Low	High	Med
4	Low	Med	Low	Very Low
5	Low	Med	Med	Low
6	Low	Med	High	Low
7	Low	High	Low	Very Low
8	Low	High	Med	Very Low
9	Low	High	High	Low
10	Med	Low	Low	Low
11	Med	Low	Med	High
12	Med	Low	High	Very High
13	Med	Med	Low	Low
14	Med	Med	Med	Med
15	Med	Med	High	High
16	Med	High	Low	Very Low
17	Med	High	Med	Low
18	Med	High	High	Low
19	High	Low	Low	Low
20	High	Low	Med	Very High

21	High	Low	High	Very Low
22	High	Med	Low	Low
23	High	Med	Med	High
24	High	Med	High	Very High
25	High	High	Low	Very Low
26	High	High	Med	Low
27	High	High	High	High

Masukan tegas dari harga, volume penjualan dan biaya variabel pada blok produk1 dikonversi dari level numerik menjadi level linguistik setelah itu aturan fuzzy diterapkan dengan menggunakan model inferensi fuzzy Mamdani, kemudian dilakukan defuzzifikasi dengan metode centroid untuk mendapatkan nilai numerik laba produk1 dengan fungsi keanggotaan level/tingkat laba seperti ditunjukkan pada tabel 2 dan gambar 4.

Tabel 2. Fungsi keanggotaan variabel keluaran tingkat laba produk1

Variabel keluaran	Level	Kisaran (dalam milyar)
Laba produk1	Very low	0 – 2
	Low	2 – 4
	Med	4 – 6
	High	6 – 8
	Very high	8 – 10



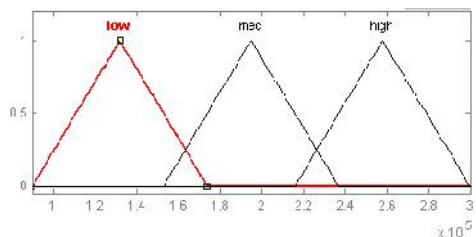
Gambar 4. Fungsi keanggotaan keluaran laba produk1

Fungsi keanggotaan untuk harga produk2 disimbolkan D pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (14)-(16) dan dapat diilustrasikan seperti pada gambar 5.

$$D_1 = (x; 90000, 132000, 174000) \quad (14)$$

$$D_2 = (x; 153000, 195000, 237000) \quad (15)$$

$$D_3 = (x; 216000, 258000, 300000) \quad (16)$$



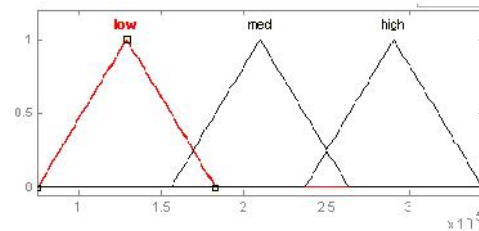
Gambar 5. Fungsi keanggotaan harga produk2

Fungsi keanggotaan untuk volume produk2 disimbolkan E pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (17)-(19) dan diilustrasikan seperti pada gambar 6.

$$E_1 = (x; 70000, 126000, 182000) \quad (17)$$

$$E_2 = (x; 154000, 210000, 264000) \quad (18)$$

$$E_3 = (x; 239000, 295000, 350000) \quad (19)$$



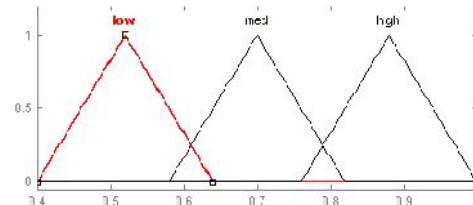
Gambar 6. Fungsi keanggotaan volume produk2

Fungsi keanggotaan untuk biaya variabel produk1 disimbolkan F pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (20)-(22) dan dapat diilustrasikan seperti pada gambar 7.

$$F_1 = (x; 0.40, 0.52, 0.64) \quad (20)$$

$$F_2 = (x; 0.58, 0.70, 0.82) \quad (21)$$

$$F_3 = (x; 0.76, 0.88, 1.00) \quad (22)$$



Gambar 7. Fungsi keanggotaan biaya variabel produk2

Kombinasi aturan fuzzy terkait dengan tingkat laba untuk produk2 seperti ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Formasi aturan terkait laba produk2

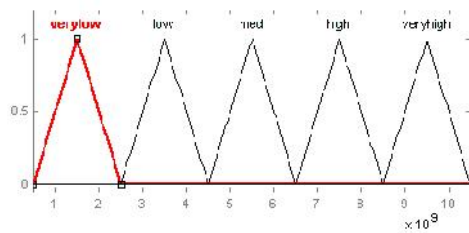
No.	Harga	Var.cost	Volume	Laba Produk2
1	Low	Low	Low	Med
2	Low	Low	Med	Very High
3	Low	Low	High	Very High
4	Low	Med	Low	Low
5	Low	Med	Med	High
6	Low	Med	High	Very High
7	Low	High	Low	Very Low
8	Low	High	Med	Low
9	Low	High	High	Low
10	Med	Low	Low	Very High
11	Med	Low	Med	Very High
12	Med	Low	High	Very High
13	Med	Med	Low	Med
14	Med	Med	Med	Very High
15	Med	Med	High	Very High
16	Med	High	Low	Low
17	Med	High	Med	High
18	Med	High	High	Very low
19	High	Low	Low	Very High
20	High	Low	Med	Very High
21	High	Low	High	Very High
22	High	Med	Low	High
23	High	Med	Med	Very High
24	High	Med	High	Very High
25	High	High	Low	Very Low
26	High	High	Med	Med
27	High	High	High	Very Low



Masukan tegas dari harga, volume penjualan dan biaya variabel pada blok produk2 dikonversi dari level numerik menjadi level linguistik setelah itu aturan fuzzy diterapkan dengan menggunakan model inferensi fuzzy Mamdani, kemudian dilakukan defuzzifikasi dengan metode centroid untuk mendapatkan nilai numerik laba produk2 dengan fungsi keanggotaan level/tingkat laba seperti ditunjukkan pada tabel 4 dan gambar 8.

Tabel 4. Fungsi keanggotaan variabel keluaran tingkat laba produk2

Variabel keluaran	Level	Kisaran (dalam milyar)
Laba produk2	Very low	0.5 – 2.5
	Low	2.5 – 4.5
	Med	4.5 – 6.5
	High	6.5 – 8.5
	Very high	8.5 – 10.5



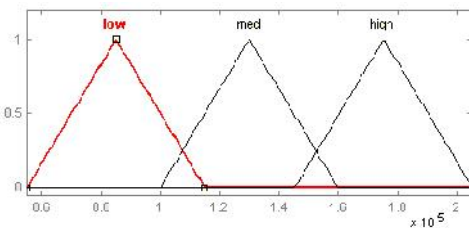
Gambar 8. Fungsi keanggotaan keluaran laba produk2

Fungsi keanggotaan untuk harga produk3 disimbolkan G pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (23)-(25) dan dapat diilustrasikan seperti pada gambar 9.

$$G_1 = (x; 55000, 85000, 115000) \quad (23)$$

$$G_2 = (x; 100000, 130000, 160000) \quad (24)$$

$$G_3 = (x; 145000, 175000, 205000) \quad (25)$$



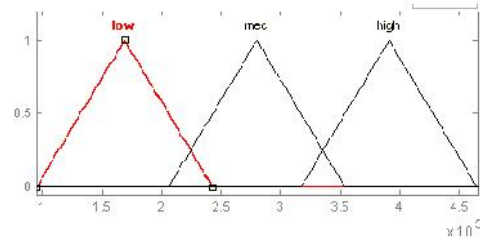
Gambar 9. Fungsi keanggotaan harga produk3

Fungsi keanggotaan untuk volume produk3 disimbolkan H pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (26)-(28) dan diilustrasikan seperti pada gambar 10.

$$H_1 = (x; 90000, 166000, 242000) \quad (26)$$

$$H_2 = (x; 204000, 280000, 356000) \quad (27)$$

$$H_3 = (x; 318000, 394000, 470000) \quad (28)$$



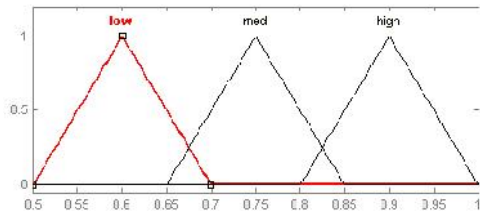
Gambar 10. Fungsi keanggotaan volume produk2

Fungsi keanggotaan untuk biaya variabel produk3 disimbolkan I pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (29)-(31) dan dapat diilustrasikan seperti pada gambar 11.

$$I_1 = (x; 0.5, 0.6, 0.7) \quad (29)$$

$$I_2 = (x; 0.65, 0.75, 0.85) \quad (30)$$

$$I_3 = (x; 0.8, 0.9, 1.00) \quad (31)$$

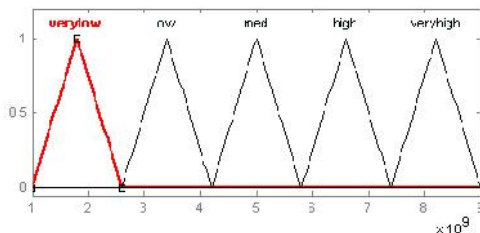


Gambar 11. Fungsi keanggotaan biaya variabel produk3

Model inferensi fuzzy Mamdani juga diterapkan pada blok produk3 dengan formasi aturan seperti pada tabel 6, kemudian dilakukan defuzzifikasi dengan metode centroid untuk mendapatkan nilai numerik laba produk3 dengan fungsi keanggotaan level/tingkat laba seperti ditunjukkan pada tabel 5 dan gambar 12.

Tabel 5. Fungsi keanggotaan variabel keluaran tingkat laba produk3

Variabel keluaran	Level	Kisaran (dalam milyar)
Laba produk3	Very low	1 – 2.6
	Low	2.6 – 4.2
	Med	4.2 – 5.8
	High	5.8 – 7.4
	Very high	7.4 – 9



Gambar 12. Fungsi keanggotaan keluaran laba produk3

Tabel 6. Formasi aturan terkait laba produk3

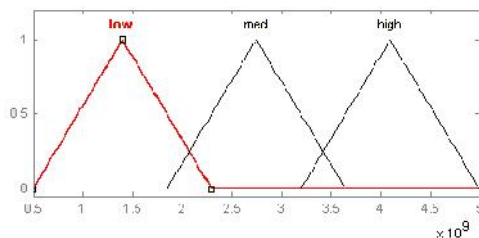
No.	Harga	Var.cost	Volume	Laba Produk3
1	Low	Low	Low	Med
2	Low	Low	Med	Very High

3	Low	Low	High	Very High
4	Low	Med	Low	Low
5	Low	Med	Med	Med
6	Low	Med	High	Very High
7	Low	High	Low	Very Low
8	Low	High	Med	Low
9	Low	High	High	Very Low
10	Med	Low	Low	Very High
11	Med	Low	Med	Very High
12	Med	Low	High	Very High
13	Med	Med	Low	Low
14	Med	Med	Med	Very High
15	Med	Med	High	Very High
16	Med	High	Low	Med
17	Med	High	Med	Low
18	Med	High	High	Very Low
19	High	Low	Low	Very High
20	High	Low	Med	Very High
21	High	Low	High	Very High
22	High	Med	Low	Medium
23	High	Med	Med	Very High
24	High	Med	High	Very High
25	High	High	Low	Very Low
26	High	High	Med	Very Low
27	High	High	High	Very Low

Fungsi keanggotaan untuk laba produk1 sebagai variabel masukan pada blok laba disimbolkan J pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (32)-(34) dan dapat diilustrasikan seperti pada gambar 13.

$$J_1 = (x; 500000000, 1400000000, 2300000000) \quad (32)$$

$$J_2 = (x; 1850000000, 2750000000, 3650000000) \quad (33)$$

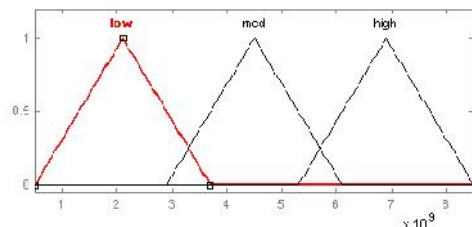
$$J_3 = (x; 3200000000, 4100000000, 5000000000) \quad (34)$$


Gambar 13. Fungsi keanggotaan masukan laba produk1

Fungsi keanggotaan untuk laba produk2 sebagai variabel masukan pada blok laba disimbolkan K pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (35)-(37) dan dapat diilustrasikan seperti pada gambar 14.

$$K_1 = (x; 500000000, 2100000000, 3700000000) \quad (35)$$

$$K_2 = (x; 2900000000, 4500000000, 6100000000) \quad (36)$$

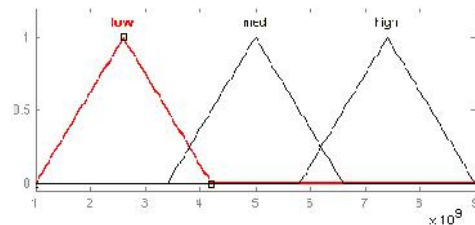
$$K_3 = (x; 5300000000, 6900000000, 8500000000) \quad (37)$$


Gambar 14. Fungsi keanggotaan masukan laba produk2

Fungsi keanggotaan untuk laba produk3 sebagai variabel masukan pada blok laba disimbolkan L pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (38)-(40) dan dapat diilustrasikan seperti pada gambar 15.

$$L_1 = (x; 1000000000, 2600000000, 4200000000) \quad (38)$$

$$L_2 = (x; 3400000000, 5000000000, 6600000000) \quad (39)$$

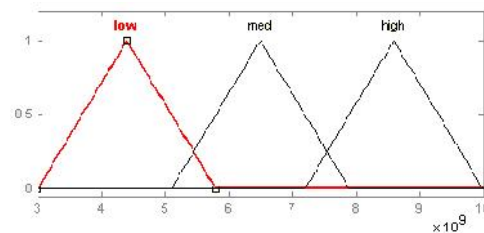
$$L_3 = (x; 5800000000, 7400000000, 9000000000) \quad (40)$$


Gambar 15. Fungsi keanggotaan masukan laba produk3

Fungsi keanggotaan untuk *fixed cost* pada blok laba disimbolkan M pada level *low*, *med* dan *high* dapat didefinisikan seperti pada persamaan (41)-(43) dan dapat diilustrasikan seperti pada gambar 16.

$$M_1 = (x; 1000000000, 2600000000, 4200000000) \quad (41)$$

$$M_2 = (x; 3400000000, 5000000000, 6600000000) \quad (42)$$

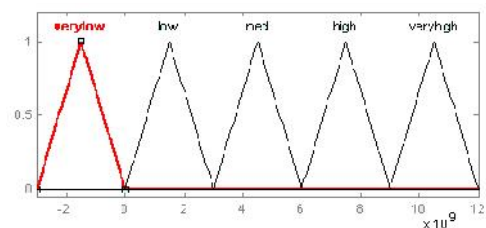
$$M_3 = (x; 5800000000, 7400000000, 9000000000) \quad (43)$$


Gambar 16. Fungsi keanggotaan fixed cost

Blok laba menerapkan model inferensi fuzzy Mamdani dengan formasi aturan seperti pada tabel 8, kemudian dilakukan defuzzifikasi dengan metode centroid untuk mendapatkan nilai numerik laba akhir dengan fungsi keanggotaan level/tingkat laba akhir seperti ditunjukkan pada tabel 7 dan gambar 17.

Tabel 7. Fungsi keanggotaan variabel keluaran tingkat laba akhir

Variabel keluaran	Level	Kisaran (dalam milyar)
Laba akhir	Very low	-3 – 0
	Low	0 – 3
	Med	3 – 6
	High	6 – 9
	Very high	9 – 12



Gambar 17. Fungsi keanggotaan laba akhir

Tabel 8. Formasi aturan terkait laba

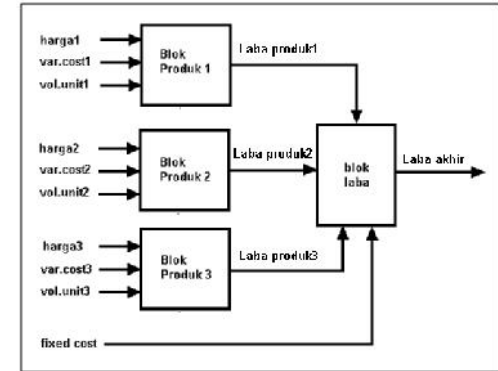
No.	Laba Produk1	Laba Produk2	Laba Produk3	Fixed Cost	Laba Akhir
1	Low	Low	Low	Low	Low
2	Low	Low	Low	Med	Low
3	Low	Low	Low	High	Very Low
4	Low	Low	Med	Low	Med
5	Low	Low	Med	Med	Low
6	Low	Low	Med	High	Low
7	Low	Low	High	Low	High
8	Low	Low	High	Med	Med
9	Low	Low	High	High	Med
10	Low	Med	Low	Low	Med
11	Low	Med	Low	Med	Low
12	Low	Med	Low	High	Very Low
13	Low	Med	Med	Low	Med
14	Low	Med	Med	Med	Low
15	Low	Med	Med	High	Low
16	Low	Med	High	Low	High
17	Low	Med	High	Med	High
18	Low	Med	High	High	Med
19	Low	High	Low	Low	High
20	Low	High	Low	Med	Med
21	Low	High	Low	High	Low
22	Low	High	Med	Low	High
23	Low	High	Med	Med	High
24	Low	High	Med	High	Med
25	Low	High	High	Low	Very High
26	Low	High	High	Med	High
27	Low	High	High	High	High
28	Med	Low	Low	Low	Very Low
29	Med	Low	Low	Med	Very Low
30	Med	Low	Low	High	Very Low
31	Med	Low	Med	Low	Med
32	Med	Low	Med	Med	Med
33	Med	Low	Med	High	Very Low
34	Med	Low	High	Low	High
35	Med	Low	High	Med	Med
36	Med	Low	High	High	Med
37	Med	Med	Low	Low	Low
38	Med	Med	Low	Med	High
39	Med	Med	Low	High	Low
40	Med	Med	Med	Low	High
41	Med	Med	Med	Med	High
42	Med	Med	Med	High	Low
43	Med	Med	High	Low	Very High
44	Med	Med	High	Med	High
45	Med	Med	High	High	Med
46	Med	High	Low	Low	High
47	Med	High	Low	Med	Med
48	Med	High	Low	High	Med
49	Med	High	Med	Low	High
50	Med	High	Med	Med	High
51	Med	High	Med	High	Med
52	Med	High	High	Low	Very High
53	Med	High	High	Med	Very High
54	Med	High	High	High	High
55	High	Low	Low	Low	Med
56	High	Low	Low	Med	Low
57	High	Low	Low	High	Low
58	High	Low	Med	Low	High
59	High	Low	Med	Med	Med
60	High	Low	Med	High	Low

61	High	Low	High	Low	High
62	High	Low	High	Med	High
63	High	Low	High	High	Med
64	High	Med	Low	Low	High
65	High	Med	Low	Med	Med
66	High	Med	Low	High	Med
67	High	Med	Med	Low	High
68	High	Med	Med	Med	Very High
69	High	Med	Med	High	High
70	High	Med	High	Low	Very High
71	High	Med	High	Med	Very High
72	High	Med	High	High	High
73	High	High	Low	Low	High
74	High	High	Low	Med	High
75	High	High	Low	High	Med
76	High	High	Med	Low	Very High
77	High	High	Med	Med	High
78	High	High	Med	High	High
79	High	High	High	Low	Very High
80	High	High	High	Med	Very High
81	High	High	High	High	Very High

2.3 Arsitektur Fuzzy Hirarki

Salah satu masalah terbesar dalam analisis BVL multiproduk ini adalah jumlah dimensi variabel masukan yang cukup banyak. Sebagai contoh untuk menganalisis 3 jenis produk terdapat 10 variabel masukan yang harus diolah, sedangkan logika fuzzy hanya cocok diimplementasikan untuk sistem yang sederhana dan kecil. Jika diimplementasikan pada variabel masukan yang terlalu banyak akan menjadi rumit dalam pendefinisian aturannya.

Untuk menangani masalah jumlah dimensi variabel masukan yang besar pada fuzzy, dalam penelitian ini digunakan arsitektur fuzzy hirarki dengan cara memecah sistem ke dalam blok-blok yang lebih kecil dan menggunakan *fuzzy logic controller* (FLC) sederhana sebagai suatu kesatuan dalam arsitektur hirarki yang mirip dengan arsitektur Raju seperti ditunjukkan pada gambar 18 [20]. Beberapa aplikasi yang telah sukses dibuat dengan menggunakan arsitektur fuzzy hirarki diantaranya adalah untuk peramalan tingkat nilai tukar mata uang asing [7], memodelkan suhu dan kelembaban rumah kaca dari model implementasi sistem tunggal menjadi beberapa sub model fuzzy [21] dan dalam bidang kontrol untuk kendali kontrol manipulator robot berbasis osilasi [17].



Gambar 18. Arsitektur fuzzy hirarki

## 2.4 Evaluasi Hasil

Untuk mengevaluasi hasil dari penelitian ini melibatkan perhitungan analisis secara konvensional dan perhitungan melalui metode fuzzy. Nilai yang dihasilkan dari evaluasi terdiri dari 2 keadaan yaitu valid dan tidak valid. Jika  $x$  adalah hasil perhitungan analisis konvensional dan  $A$  adalah himpunan keluaran fuzzy, maka fungsi nilai evaluasi seperti ditunjukkan pada persamaan (44). Kinerja sistem fuzzy yang dikembangkan dalam penelitian ini dihitung dengan persamaan (45) dan hasil kriteria seperti ditunjukkan pada tabel 9.

$$X_A(x) = \begin{cases} \text{valid, jika } x \in A \\ \text{tidak valid, jika } x \notin A \end{cases} \quad (44)$$

$$\text{kinerja}(\%) = \frac{\sum \text{valid}}{\text{Total Data Uji}} \quad (45)$$

Tabel 9. Kriteria kinerja sistem

Kinerja (x)	Pengertian
$x < 20\%$	Jelek sekali
$20\% \leq x < 40\%$	Jelek
$40\% \leq x < 60\%$	Sedang
$60\% \leq x < 80\%$	Baik
$80\% \leq x < 100\%$	Baik sekali

## 3. UJI COBA dan ANALISIS

Bagian ini menjelaskan bagaimana cara melakukan uji coba agar dapat mengukur tingkat keberhasilan dari sebuah penelitian.

### 3.1 Skenario Uji Coba

Uji coba analisis BVL multiproduk berbasis logika fuzzy dilakukan dengan skenario membandingkan antara perhitungan analisis secara konvensional dengan perhitungan analisis model fuzzy pada setiap blok *fuzzy logic controller*, kemudian membandingkan hasil laba akhir hasil perhitungan analisis konvensional dengan perhitungan *fuzzy*.

### 3.2 Hasil dan Analisis

Tahap pertama uji coba dilakukan pada blok *fuzzy logic controller* produk 1. Hasil perbandingan perhitungan analisis model konvensional dan model fuzzy ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10. Hasil uji coba pada blok FLC produk 1

Periode	Model Konvensional	Model Fuzzy	Hasil
2010-1	2.379.846.105	3.000.000.000	valid
2010-2	3.667.832.697	3.000.000.000	valid
2010-3	4.179.730.143	4.555.921.004	valid
2010-4	2.239.551.073	2.000.000.000	valid
2011-1	2.339.303.070	3.000.000.000	valid
2011-2	2.180.452.560	3.000.000.000	valid
2011-3	3.305.731.248	3.000.000.000	valid
2011-4	1.452.114.680	1.000.000.000	valid

2012-1	2.936.190.000	3.000.000.000	valid
2012-2	2.211.296.930	3.000.000.000	valid
2012-3	3.933.530.400	2.690.077.028	valid
2012-4	1.525.818.528	1.000.000.000	valid
2013-1	2.309.235.073	2.733.387.868	valid
2013-2	3.539.044.272	3.419.808.575	valid
2013-3	3.191.928.930	3.000.000.000	valid
2013-4	3.867.664.374	3.368.663.634	valid
2014-1	3.506.229.335	2.715.546.579	valid
2014-2	2.543.402.532	3.000.000.000	valid
2014-3	3.364.174.404	3.000.000.000	valid
2014-4	2.026.407.194	1.837.068.966	tidak valid

Dari hasil uji coba pada blok FLC produk 1 sistem tidak dapat mengeluarkan hasil yang valid pada periode 2014-4. Sistem mempunyai kinerja sebesar 19/20 atau setara 95%, sehingga dapat dikatakan sistem yang didesain pada blok FLC produk 1 mempunyai kinerja yang sangat baik.

Tahap kedua dilakukan uji coba pada blok FLC produk 2 dengan cara membandingkan hasil perhitungan analisis model konvensional dan analisis model fuzzy. Hasil uji coba seperti ditunjukkan pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji coba pada blok FLC produk 2

Periode	Model Konvensional	Model Fuzzy	Hasil
2010-1	2.917.638.888	3.500.000.000	valid
2010-2	5.921.110.676	6.500.000.000	valid
2010-3	8.986.321.474	4.823.574.752	tidak valid
2010-4	3.076.267.330	3.500.000.000	valid
2011-1	2.248.945.164	3.500.000.000	tidak valid
2011-2	3.370.612.426	3.390.350.256	valid
2011-3	3.385.143.120	3.500.000.000	valid
2011-4	1.177.306.032	1.500.000.000	valid
2012-1	4.241.631.723	3.500.000.000	valid
2012-2	7.398.711.568	7.500.000.000	valid
2012-3	7.788.220.877	6.506.913.503	valid
2012-4	4.280.431.904	3.615.910.439	valid
2013-1	4.470.530.952	3.500.000.000	valid
2013-2	5.071.081.950	5.500.000.000	valid
2013-3	4.863.332.376	6.208.171.206	valid
2013-4	2.522.838.240	3.500.000.000	valid
2014-1	5.948.652.087	4.634.025.172	valid
2014-2	6.835.964.168	6.863.917.594	valid
2014-3	8.651.442.800	5.500.000.000	tidak valid
2014-4	2.484.524.403	2.401.130.632	valid

Dari hasil uji coba pada blok FLC produk 2 sistem tidak dapat mengeluarkan hasil yang valid pada 3 periode yaitu periode 2010-3, 2011-1, 2014-3. Sistem mempunyai kinerja sebesar 17/20 atau setara 85%, sehingga dapat dikatakan sistem yang didesain pada blok FLC produk 1 mempunyai kinerja yang sangat baik.

Tahap ketiga dilakukan uji coba pada blok FLC produk 3 dengan cara membandingkan hasil perhitungan analisis model konvensional dan analisis model fuzzy. Hasil uji coba seperti ditunjukkan pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil uji coba pada blok FLC produk 3

Periode	Model Konvensional	Model Fuzzy	Hasil
2010-1	3.701.871.270	3.522.418.686	valid
2010-2	2.376.593.244	1.800.000.000	valid
2010-3	4.400.105.920	4.962.029.370	valid
2010-4	2.705.663.450	2.939.806.333	valid
2011-1	2.434.756.402	4.200.000.000	tidak valid
2011-2	2.107.951.000	3.400.000.000	tidak valid
2011-3	5.549.987.940	5.732.530.120	valid
2011-4	1.538.641.350	1.800.000.000	valid
2012-1	2.165.030.450	2.522.257.053	valid
2012-2	2.641.535.877	3.157.491.427	valid
2012-3	5.797.758.834	5.386.206.897	valid
2012-4	1.984.703.498	1.858.767.749	valid
2013-1	5.902.108.776	6.636.079.855	valid
2013-2	5.676.148.780	5.000.000.000	valid
2013-3	8.692.649.049	8.200.000.000	valid
2013-4	4.303.851.770	4.467.373.336	valid
2014-1	4.045.210.260	3.400.000.000	valid
2014-2	2.300.273.540	1.800.000.000	valid
2014-3	4.595.512.824	5.000.000.000	valid
2014-4	3.708.063.645	3.400.000.000	valid

Dari hasil uji coba pada blok FLC produk 3 sistem tidak dapat mengeluarkan hasil yang valid pada 2 periode yaitu periode 2011-1, 2011-2. Sistem mempunyai kinerja sebesar 18/20 atau setara 90%, sehingga dapat dikatakan sistem yang didesain pada blok FLC produk 3 mempunyai kinerja yang sangat baik.

Tahap keempat dilakukan uji coba pada blok FLC laba dengan cara membandingkan hasil perhitungan analisis model konvensional dan analisis model fuzzy. Hasil uji coba seperti ditunjukkan pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil uji coba pada blok FLC laba akhir

Periode	Model Konvensional	Model Fuzzy	Hasil
2010-1	1.307.001.106	2.616.109.964	valid
2010-2	4.436.275.724	4.500.000.000	valid
2010-3	10.193.137.418	9.678.294.648	valid
2010-4	(846.742.825)	(437.743.191)	valid
2011-1	1.901.162.379	6.669.642.857	tidak valid
2011-2	2.382.327.215	1.827.271.985	valid
2011-3	8.189.859.673	6.669.642.857	valid
2011-4	(2.149.010.325)	1.500.000.000	tidak valid
2012-1	2.776.077.279	5.008.928.571	tidak valid
2012-2	4.955.807.370	4.500.000.000	valid
2012-3	11.108.156.219	10.500.000.000	valid
2012-4	(956.251.352)	(1.500.000.000)	valid
2013-1	4.566.123.757	4.500.000.000	valid
2013-2	5.411.513.747	4.452.912.245	valid
2013-3	8.203.671.031	7.500.000.000	valid
2013-4	1.441.579.718	2.715.551.566	valid
2014-1	6.716.537.119	7.500.000.000	valid
2014-2	4.992.948.990	4.500.000.000	valid
2014-3	8.387.400.377	6.935.157.153	valid
2014-4	1.525.833.796	1.500.000.000	valid

Dari hasil uji coba pada blok FLC laba akhir sistem tidak dapat mengeluarkan hasil yang valid pada 3 periode yaitu periode 2011-1, 2011-4, dan 2012-1. Sistem mempunyai kinerja sebesar 17/20 atau setara 85%, sehingga dapat dikatakan sistem yang didesain pada blok FLC produk 3 mempunyai kinerja yang sangat baik. Secara keseluruhan sistem hirarki mempunyai rata-rata kinerja  $\frac{95\%+85\%+90\%+85\%}{4} = 88.75\%$  atau sangat baik.

#### 4. SIMPULAN dan SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan berdasarkan hasil uji coba dan analisis hasil yaitu:

1. Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sistem analisis biaya-volume-laba multiproduk berbasis logika fuzzy menggunakan arsitektur hirarki sesuai dengan model BVL untuk digunakan dalam mendukung proses pengambilan keputusan dalam situasi ketidakpastian terkait dengan faktor-faktor penentu laba yang diinginkan. Hal ini merupakan pengembangan dari sistem sebelumnya yang hanya dapat diaplikasikan untuk satu produk saja. Sistem tersebut telah diujicobakan pada pabrik alas kaki yang memproduksi

berbagai produk alas kaki menggunakan data laporan laba-rugi mulai periode triwulan pertama tahun 2010 sampai dengan periode keempat tahun 2014. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu memberikan kinerja yang bagus dengan tingkat validitas minimum, maksimum, dan rata-rata berturut-turut sebesar 85%, 95%, dan 88.75%.

2. Berdasarkan hasil uji coba sistem hirarki yang dibangun mengeluarkan hasil tidak valid jika terdapat 2 masukan yang tidak valid dari FLC level sebelumnya seperti pada periode 2011-1 yang menghasilkan keluaran tidak valid disebabkan karena mendapat masukan dari keluaran FLC blok produk 2 dan keluaran FLC produk 3 yang tidak valid

Sistem analisis BVL multiproduk berbasis logika *fuzzy* yang dikembangkan dalam penelitian ini hanya dapat digunakan untuk tiga jenis produk. Untuk memberikan fleksibilitas dalam penerapannya perlu dikembangkan lebih lanjut agar dapat digunakan untuk menganalisis lebih dari tiga produk.

## 5. DAFTAR RUJUKAN

1. AbouRizk, S. M., & Sawhney, A. (1993). Subjective and interactive duration estimation. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 20, 457–470.
2. Adar, Z., Barnea, A., & Lev, B. (1977). A comprehensive cost-volume-profit analysis under uncertainty. *Accounting Review (January)*, 137–149.
3. Akhter, F., Hobbs, D., & Maamar, Z. (2005). A fuzzy logic-based system for assessing the level of business-to-consumer (B2C) trust in electronic commerce. *Expert Systems with Applications*, 28, 623–628.
4. Carter, & Usry. (2006). *Akuntansi Biaya*. Jakarta: Salemba Empat.
5. Chan, Lilian. Y., & Yuan, Yufei (1990). Dealing with fuzziness in cost-volume-profit analysis. *Accounting and Business Research*, 20(78), 83–95.
6. Charnes, A., Cooper, W., & Ijiri, Y. (1963). Breakeven budgeting and programming to goals. *Journal of Accounting Research*, 1(1), 16-43.
7. Cheong, F. (2008). A hierarchical fuzzy system with high input dimensions for forecasting foreign exchange rates. *Int. J. of Artificial Intelligence and Soft Computing*, 1 (1), pp.15 - 24.
8. Constantinides, G., Ijiri, Y., & Leitch, R. (1981). Stochastic cost-volume-profit analysis with a linear demand function. *Decision Sciences (July)*, 417–427.
9. Garrison, Ray H., Noreen, Eric W., Brewer, Peter C. 2006. *Akuntansi Manjerial* (alih bahasa: A. Totok Budi Santoso). Buku I. Salemba Empat. Jakarta
10. Hansen, & Mowen. (2003). *Management Accounting*. Jakarta: Salemba Empat.
11. Hansen, & Mowen. (2005). *Management Accounting*. Jakarta: Salemba Empat.
12. Hillard, J. E., & Leitch, R. A. (1975). Cost-volume-profit analysis under uncertainty: A long normal approach. *The Accounting Review (January)*, 69–80.
13. Ismail, B., & Louderback, J. (1979). Optimizing and satisfying in stochastic cost-volume-profit analysis. *Decision Sciences (April)*, 205–217.
14. Jaedicke, R. K., & Robicheck, A. A. (1964). Cost-volume-profit analysis under conditions of uncertainty. *Accounting Review (October)*, 917–926.
15. Knight, F. H. (1957). *Risk, Uncertainty, and Profit*, with a new preface. *Reprints of Economic Classics*. New York: A.M. Kelley.
16. Liao, M. (1975). Model sampling: A stochastic cost-volume-profit analysis. *Accounting Review (October)*, 780–790.
17. Lin, J., & Huang, Z. (2007). A hierarchical fuzzy approach to supervisory control of robot manipulators with oscillatory bases. *Mechatronics (17)*, 589–600.
18. Maloo, M. C. (1991). A practical approach for incorporating uncertainty in the conventional cost-volume-profit model. *Akron Business and Economic Review*, 22(4), 29–40.
19. Mulyadi. (1993). *Akuntansi Biaya*. Yogyakarta: STIE YKPN
20. Raju, G. V., Zhou, J., & Kisner, R. A. (1991). Hierarchical Fuzzy Control. *Int. J. Control*, 54 (5), pp. 1201-1216.
21. Salgado, P., & Cunha, J. B. (2005). Greenhouse climate hierarchical fuzzy modelling. *Control Engineering Practice (13)*, 613–628.
22. Shih, W. (1979). A general decision model for cost-volume-profit analysis under uncertainty. *Accounting Review (October)*, 687–706.

23. Tsai, W-H, & Lin, T-M. (1990), Nonlinear multiproduk CVP analysis with 0-1 mixed integer programming, *Engineering Costs and Production Economics*, 20, 81-91.
24. Yuan, F.-C. (2009). The use of a fuzzy logic-based system in cost-volume-profit analysis under uncertainty. *Journal of Expert Systems with Applications* , 36, 1155–1163.