

**ANALISIS PREFERENSI MERK LAPTOP  
MAHASISWA UNIVERSITAS DIPONEGORO  
MENGUNAKAN MODEL LOGIT TERSARANG**

**Ain Hafidita<sup>1</sup>, Agus Rusgiyono<sup>2</sup>, Dwi Ispriyanti<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

<sup>2,3</sup>Staf Pengajar Jurusan Statistika FSM Universitas Diponegoro

**ABSTRACT**

Today's rapidly evolving information technology affects mostly the change of people's choice in electronic devices (gadget) usage, especially laptops. Addressing this phenomenon, laptop manufacturers are competing to create innovative products to reach various elements of the consumer. Nested logit, which sorts the alternatives based on common properties into smaller groups (nests) and has a level so as to form a tree structure, is a method that can be used to model consumer preferences. Alternatives may have either unique or common characteristics that describe properties or components so called attributes. In this study, laptop brands are treated as alternatives and classified by the operating system. This research concluded that the most favorite brand is Asus (25.35 %), followed by Toshiba (22.81%), Lenovo (14.27%), HP (13.90%), Acer (12.40%) and the least is Macbook (11.27%). Attributes that significantly affect the brand preferences are laptop classification and warranty, while color is considered insignificant.

**Keywords:** Laptop Brand Preferences, Nested Logit, Attribute, Level.

## 1. PENDAHULUAN

Teknologi informasi yang berkembang pesat dewasa ini turut mempengaruhi perubahan pola hidup masyarakat, baik dalam hal berkomunikasi, belajar, bekerja, berbisnis dan lain sebagainya. Salah satu tren yang merupakan efek dari meningkatnya kebutuhan akan teknologi dalam dunia kerja adalah BYOD (*Bring Your Own Device*). BYOD adalah tren pekerja profesional membawa perangkat mereka sendiri untuk bekerja dan mengakses aplikasi di kantor. Fenomena ini ditiru oleh kalangan mahasiswa dengan membawa dan menggunakan laptop pribadi di kampus yang berakibat pada lonjakan permintaan terhadap laptop.

Menyikapi hal ini, berbagai produsen laptop berlomba-lomba membuat inovasi produk dengan berbagai variasi agar dapat menjangkau berbagai elemen pengguna. Persaingan bisnis penjualan laptop dapat dilihat dari banyaknya merk laptop yang beredar di pasar Indonesia yang diantaranya adalah Sony, Macbook, HP, Toshiba, ASUS, Acer, Lenovo, Dell, Axioo dan sebagainya. Banyaknya pilihan laptop selain menguntungkan karena tersedia banyak ragam laptop yang spesifikasinya dapat disesuaikan dengan kebutuhan konsumen, juga terkadang membingungkan karena produk yang ditawarkan cenderung mirip satu dengan yang lain.

Konsumen secara sadar maupun tidak sadar mengambil keputusan dengan cara membandingkan merk-merk yang tersedia beserta atributnya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memodelkan pilihan konsumen tersebut adalah model logit tersarang. Metode ini digunakan untuk memodelkan alternatif dengan lebih dari dua kategori dengan cara mengelompokkan alternatif tersebut berdasarkan kesamaan sifat ke dalam kelompok yang lebih kecil yang disebut dengan sarang (*nest*) dan memiliki tingkatan (*level*) sehingga membentuk sebuah struktur pohon (Hensher, et.al., 2005). Setiap alternatif memiliki atribut atau karakteristik yang menggambarkan sifat atau komponen yang terkandung dalam alternatif tersebut yang dapat bersifat unik namun juga dapat pula memiliki kesamaan dengan atribut dari alternatif lain. Model logit tersarang baik digunakan karena dapat melonggarkan asumsi independensi alternatif yang tidak relevan (asumsi IIA) yang bersifat membatasi pada pemodelan pilihan. Asumsi ini menyatakan bahwa rasio probabilitas keterpilihan sebarang pasangan alternatif bersifat independen terhadap keberadaan dan atribut dari alternatif lain.

Hanya alternatif yang berada dalam satu sarang yang dapat mempengaruhi rasio probabilitas, sedangkan alternatif dalam sarang lain dianggap (tidak relevan) tidak berpengaruh.

Pada penelitian ini merk-merk laptop diperlakukan sebagai alternatif dan dikelompokkan ke dalam sarang berdasarkan sistem operasi yang digunakan. Pengelompokan ini didasarkan pada sistem operasi karena sistem operasi sangat berpengaruh pada perangkat lunak yang digunakan dan *user interface*. Mahasiswa dapat memilih merk laptop dengan atribut yang paling diminati dari beberapa paket kombinasi atribut suatu merk laptop yang disediakan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Koppelman dan Bhat (2006) terdapat 4 unsur yang penting dalam proses penentuan pilihan yaitu pembuat keputusan, alternatif, atribut dan kaidah pengambilan keputusan. Pembuat keputusan merupakan individu, kelompok maupun institusi yang menentukan pilihan. Alternatif adalah opsi ataupun pilihan yang mengandung atribut dengan beberapa level. Atribut merupakan karakteristik dari suatu alternatif. Kaidah pengambilan keputusan merupakan mekanisme untuk mengevaluasi alternatif dengan pemaksimalan utilitas dimana pengambil keputusan memilih alternatif dengan utilitas maksimum.

### 2.1 Fungsi Utilitas Relatif

Fungsi yang menyatakan nilai kepuasan teramati atau utilitas relatif untuk masing-masing alternatif adalah (Hensher, et.al., 2005):

$$V_{qi} = \theta_i + \beta_1 X_{q1i} + \beta_2 X_{q2i} + \dots + \beta_K X_{qki} \quad (1)$$

dimana

$V_{qi}$  = fungsi utilitas relatif untuk alternatif ke-i dan individu ke-q.

$\beta_k$  = parameter untuk atribut ke-k.

$\theta_i$  = parameter yang tidak terkait dengan atribut terukur dan terobservasi manapun, merupakan konstanta yang sifatnya spesifik pada masing-masing alternatif.

$X_{qki}$  = nilai dari atribut ke-k dari alternatif ke-i untuk individu ke-q.

### 2.2 Model Logit Multinomial

Model logit multinomial dapat digunakan untuk memodelkan pilihan konsumen terhadap tiga atau lebih alternatif. Probabilitas terpilihnya alternatif ke-j jika diketahui j anggota dari himpunan alternatif i adalah:

$$P_j = \frac{\exp V_j}{\sum_{i=1}^I \exp V_i} \quad (2)$$

dimana

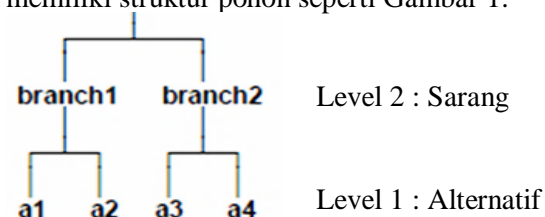
$P_j$  = probabilitas individu memilih alternatif ke-j dimana j merupakan anggota himpunan pilihan i dan  $i = 1, 2, \dots, I$ .

$V_i$  = fungsi utilitas relatif untuk alternatif ke-i.

$V_j$  = fungsi utilitas relatif untuk alternatif ke-j.

### 2.3 Model Logit Tersarang

Model logit tersarang merupakan pengembangan dari model logit multinomial dimana alternatif-alternatif yang memiliki kesamaan tertentu dalam sebuah himpunan pilihan dikelompokkan ke dalam beberapa kelompok yang lebih kecil (sarang) yang bertingkat (level) sehingga membentuk struktur pohon. Model yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah model logit tersarang dengan 2 level yang memiliki struktur pohon seperti Gambar 1:



**Gambar 1** Struktur Pohon Logit Tersarang dengan 2 Level

Himpunan pilihan dibagi ke dalam M subset (sarang)  $B_m$ ,  $m = 1, 2, \dots, M$  sehingga setiap alternatif berada hanya dalam satu sarang. Sarang untuk alternatif  $i = 1, 2, \dots, I$  adalah  $B(i)$  (Heiss, 2002):

$$B(i) = \{B_m : i \in B_m, m = 1, 2, \dots, M\} \quad (3)$$

Probabilitas individu ke-q memilih alternatif ke-i,  $\Pr(y_q = i)$ , sama dengan hasil perkalian probabilitas terpilihnya sebarang alternatif dalam sarang  $B(i)$  yaitu  $\Pr\{y_q \in B(i)\}$  dengan probabilitas bersyarat terpilihnya tepat alternatif ke-i dalam sarang  $B(i)$  yaitu  $\Pr\{y_q = i | y_q \in B(i)\}$  sebagai berikut:

$$P_{qi} = \Pr(y_q = i) = \Pr\{y_q = i | y_q \in B(i)\} \cdot \Pr\{y_q \in B(i)\} \quad (4)$$

#### 2.4.1. Penjabaran Struktur Pohon

Fungsi utilitas dan probabilitas pada setiap level dalam sebuah pohon logit tersarang 2 level dengan RU1 yaitu:

##### 1. Level 1

Fungsi utilitas relatif dari alternatif ke-i, sarang ke-m dan individu ke-q adalah:

$$V_{qi} = \theta_i + \beta_1 X_{q1i} + \beta_2 X_{q2i} + \dots + \beta_K X_{qKi} \quad (5)$$

Probabilitas bersyarat alternatif i pada sarang  $B(i)$  dan individu ke-q adalah:

$$P_{i|B(i)} = \frac{e^{V_{qi}}}{\sum_{j \in B(i)} e^{V_{qj}}} = \frac{e^{V_{qi}}}{\sum_{j=1}^J C_{jB(i)} e^{V_{qj}}} \quad (6)$$

##### 2. Level 2 (sarang)

Fungsi utilitas sarang ke-m untuk individu ke-q adalah:

$$V_{qB_m} = \lambda_{B_m} \times IV_{B_m} \quad (7)$$

Nilai inklusif variabel pada sarang ke-m:

$$IV_{B_m} = \ln\left(\sum_{j \in B_m} e^{V_{qj}}\right) = \ln\left(\sum_{j=1}^J C_{jB_m} e^{V_{qj}}\right) \quad (8)$$

Nilai inklusif parameter sarang ke-m:

$$\lambda_{B(j)} = \sum_{m=1}^M C_{jB_m} \lambda_{B_m}; C_{jB_m} = 1 \text{ untuk } j \in B_m \text{ dan } 0 \text{ untuk lainnya} \quad (9)$$

Probabilitas marjinal sarang  $B(i)$  untuk individu ke-q adalah:

$$P_{qB(i)} = \frac{e^{V_{qB(i)}}}{\sum_{m=1}^M e^{V_{qB_m}}} \quad (10)$$

Probabilitas tidak bersyarat individu ke-q memilih alternatif ke-i adalah:

$$P_{qi} = P_{i|B(i)} \times P_{qB(i)} = \frac{e^{V_{qi}}}{e^{IV_{B(i)}}} \times \frac{e^{\lambda_{B(i)} IV_{B(i)}}}{\sum_{m=1}^M e^{\lambda_{B_m} IV_{B_m}}} \quad (11)$$

#### 2.4.2. Independensi Alternatif yang Tidak Relevan (IIA) pada Model Logit Tersarang

Sifat IIA menyatakan bahwa rasio probabilitas keterpilihan sebarang pasangan alternatif bersifat independen terhadap keberadaan dan atribut dari alternatif lain (Garro, 2010). Penerapan Asumsi IIA pada model logit tersarang menurut Train (2003) adalah:

1. Rasio probabilitas sebarang pasangan alternatif yang berada dalam sarang yang sama bersifat independen terhadap atribut maupun keberadaan dari alternatif lain. IIA berlaku dalam masing-masing sarang.
2. Rasio probabilitas sebarang pasangan alternatif yang berada dalam sarang yang berbeda dapat bersifat dependen terhadap atribut maupun keberadaan dari alternatif lain. IIA tidak berlaku secara umum pada alternatif dengan sarang yang berbeda.

#### 2.4.3. Estimasi Parameter

Fungsi likelihood L untuk mengestimasi parameter model logit tersarang menggunakan Maximum Likelihood Estimator (MLE) adalah:

$$L = \prod_{q=1}^Q \left[ (P_{1i})^{\delta_{1i}} (P_{2i})^{\delta_{2i}} \dots (P_{Qi})^{\delta_{Qi}} \right] \quad (12)$$

dimana

$P_{qi}$  = probabilitas terpilihnya alternatif i oleh individu q

$\delta_{qi}$  = variabel yang bernilai 1 jika alternatif  $i$  dipilih oleh observasi  $q$  dan 0 untuk lainnya.

Fungsi log-likelihood dari  $L$  ( $l = \ln L$ ) untuk model logit tersarang 2 level dengan banyaknya sarang  $m = 1, 2, \dots, M$  adalah:

$$l = \sum_{q=1}^Q \sum_{i=1}^I \delta_{qi} \{V_{qi} + (\lambda_{B(i)} - 1)IV_{B(i)} - \ln \sum_{m=1}^M e^{\lambda_{B_m} IV_{B_m}}\} \quad (13)$$

Untuk mencari taksiran parameter  $\theta_i$ ,  $\beta_k$  dan  $\lambda_{B_m}$  dalam fungsi utilitas terlebih dahulu dicari matriks  $G(\theta; \beta; \lambda)$  yang berisi turunan pertama  $l(\theta; \beta; \lambda)$  terhadap parameter  $\theta_i$ ,  $\beta_k$  dan  $\lambda_{B_m}$  dan matriks  $J(\theta; \beta; \lambda)$  yaitu matriks yang berisi turunan kedua  $l(\theta; \beta; \lambda)$  terhadap parameter  $\theta_i$ ,  $\beta_k$  dan  $\lambda_{B_m}$ . Karena fungsi  $G(\hat{\theta}; \hat{\beta}; \hat{\lambda})$  bentuknya tidak linier maka untuk mencari solusi tersebut digunakan metode numerik Newton-Raphson.

## 2.5. Uji Signifikansi Model

### 2.5.1. Uji Hausman

Uji Hausman dilakukan untuk mengetahui potensi pelanggaran asumsi independensi alternatif yang tidak relevan (IIA).

- Hipotesis
  - $H_0$  : Memenuhi asumsi independensi alternatif irrelevant (IIA)
  - $H_1$  : Tidak memenuhi asumsi independensi alternatif irrelevant (IIA)
- Taraf signifikansi :  $\alpha$
- Statistik uji :  $q = [b_u - b_r]' [V_r - V_u]^{-1} [b_u - b_r]$  (14)  
dimana  
 $b_u$  adalah vektor kolom dari estimasi parameter untuk model yang tidak dibatasi  
 $b_r$  adalah vektor kolom dari estimasi parameter untuk model yang dibatasi  
 $V_r$  adalah matriks varian kovarian untuk model yang dibatasi  
 $V_u$  adalah matriks varian kovarian untuk model yang tidak dibatasi.
- Kriteria uji : Tolak  $H_0$  jika  $q > \chi^2_{(K, \alpha)}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$   
 $K$  = jumlah parameter yang diestimasi (sesuai dengan jumlah atribut)
- Kesimpulan: Penolakan  $H_0$  berarti asumsi IIA tidak terpenuhi sehingga sebaiknya menggunakan model yang dapat melonggarkan asumsi IIA seperti model logit tersarang (Hensher, et.al., 2005).

### 2.5.2. Uji Rasio Likelihood

Uji ini digunakan untuk mengetahui signifikansi model secara keseluruhan.

- Hipotesis
  - $H_0$  :  $\theta_1 = \dots = \theta_I = 0$  ;  $\beta_1 = \dots = \beta_K = 0$  ;  $\lambda_1 = \dots = \lambda_M = 0$  (model tidak signifikan)
  - $H_1$  : Minimal ada satu  $\theta_i \neq 0$  ; minimal ada satu  $\beta_k \neq 0$  ; Minimal ada satu  $\lambda_m \neq 0$  (model signifikan)
- Taraf signifikansi :  $\alpha$
- Statistik uji :  $G = -2 (\ln_{restricted} - \ln_{unrestricted})$  (15)
- Kriteria uji : Tolak  $H_0$  jika  $G > \chi^2_{(h, \alpha)}$  dengan  $h=I+K+M$ .
- Kesimpulan: Penolakan  $H_0$  berarti bahwa model yang terbentuk signifikan (Hensher, et.al., 2005).

### 2.5.3. Uji Wald

Uji ini digunakan untuk mengetahui signifikansi masing-masing parameter yang diestimasi berdasarkan rasio estimasi parameter dengan galat bakunya.

- Hipotesis
  - $H_0$  :  $\theta_i = 0$  ;  $\beta_k = 0$  ;  $\lambda_m = 0$  (parameter tidak signifikan)
  - $H_1$  :  $\theta_i \neq 0$  ;  $\beta_k \neq 0$  ;  $\lambda_m \neq 0$  (parameter signifikan)
- Taraf signifikansi :  $\alpha$
- Statistik uji :  $W_i = \left(\frac{\theta_i}{se(\theta_i)}\right)^2$  ;  $W_k = \left(\frac{\beta_k}{se(\beta_k)}\right)^2$  ;  $W_m = \left(\frac{\lambda_m}{se(\lambda_m)}\right)^2$  (16)
- Kriteria uji : Tolak  $H_0$  jika  $W_i > \chi^2_{\alpha, 1}$  ;  $W_k > \chi^2_{\alpha, 1}$  ;  $W_m > \chi^2_{\alpha, 1}$

- Kesimpulan: Penolakan  $H_0$  berarti bahwa parameter yang diestimasi signifikan (Agresti, 2007).

## 2.6. Perancangan Desain Kuesioner

### 2.6.1. Menentukan Ukuran Desain

Jumlah kombinasi perlakuan yang dikerjakan oleh masing-masing responden dengan menggunakan desain faktorial fraksional adalah:

$$D = L^K \quad (17)$$

dimana

D = jumlah kombinasi perlakuan per responden

L = level atribut

K = jumlah atribut

Ukuran desain dapat dicekik menggunakan variabel pembatas (variabel tambahan yang bernilai sama dengan level atribut yang ditetapkan peneliti). Desain dibentuk menggunakan aplikasi *Orthogonal Design SPSS* (Hensher, et.al., 2005).

### 2.6.2. Uji Multikolinearitas

Untuk mengetahui independensi masing-masing atribut maka dilakukan uji multikolinearitas dengan tahapan sebagai berikut (Hensher, et.al., 2005):

- Regresikan masing-masing atribut dengan atribut lain pada desain.
- Hitung nilai  $R^2$  pada masing-masing regresi dan hitung nilai  $F_k$  untuk masing-masing atribut berdasarkan rumus berikut:

$$F_k = \frac{R_{x_1, x_2, x_3, \dots, x_K}^2 / (K-2)}{(1 - R_{x_1, x_2, x_3, \dots, x_K}^2) / (Q - K + 1)} \quad (18)$$

dimana  $R_{x_1, x_2, x_3, \dots, x_K}^2$  adalah koefisien determinasi dari regresi atribut ke-k terhadap atribut lainnya, K adalah jumlah atribut dalam model dan Q adalah jumlah individu yang digunakan dalam penelitian.

- Bandingkan masing-masing nilai  $F_k$  terhadap nilai F-tabel dengan derajat bebas  $K - 2$ ,  $Q - K + 1$  dan  $\alpha$ . Jika nilai  $F_k$  lebih besar dari F-tabel maka atribut ke-k dinyatakan kolinear atau berkorelasi dengan atribut yang lain, sehingga desain dianggap tidak orthogonal.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Data yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah data primer preferensi merk laptop mahasiswa yang berasal dari berbagai jurusan di Universitas Diponegoro selama bulan November – Desember 2013. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah sampel acak berstrata proporsional di mana anggota populasi dibagi ke dalam beberapa strata, kemudian diambil beberapa sampel dari masing-masing strata secara proporsional (Sugiyono, 1999). Pengambilan sampel dilakukan dengan menyebar kuesioner pada mahasiswa secara acak di masing-masing fakultas dengan jumlah yang proporsional.

Alternatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah merk laptop (HP, Toshiba, Asus, Acer, Lenovo, Macbook) yang akan dikelompokkan berdasarkan sistem operasinya (Windows dan Mac OS). Atribut yang digunakan yaitu:

### 1. Klasifikasi Laptop ( $X_1$ )

Merupakan penggolongan laptop berdasarkan kelas komponen dan harganya, terdiri dari 3 level atribut untuk seluruh alternatif (*high-end*, *mid-end* dan *low-end*).

### 2. Garansi ( $X_2$ )

Atribut ini menjelaskan tipe garansi dan lama masa garansi seluruh alternatif yang terdiri dari 3 level atribut (resmi, tidak resmi dan non garansi).

### 3. Warna ( $X_3$ )

Seluruh alternatif memiliki 4 level atribut warna (hitam, putih, aneka warna, metalik) kecuali Macbook.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penulisan penelitian ini adalah:

- Membentuk struktur pohon model logit tersarang.
- Membentuk desain kuesioner.

3. Melakukan uji multikolinearitas untuk mengetahui orthogonalitas desain.
4. Melakukan analisis deskriptif untuk melihat karakteristik responden.
5. Melakukan Uji Hausman untuk menguji asumsi IIA untuk menentukan model yang selanjutnya akan digunakan.
6. Melakukan uji rasio *likelihood* untuk mengetahui kecocokan model.
7. Pengujian signifikansi masing-masing parameter dalam model dengan uji wald, variabel yang tidak signifikan dikeluarkan dari model.
8. Penentuan model logit tersarang untuk masing-masing alternatif.

Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ms. Excel, SPSS dan NLOGIT.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Uji Multikolinearitas

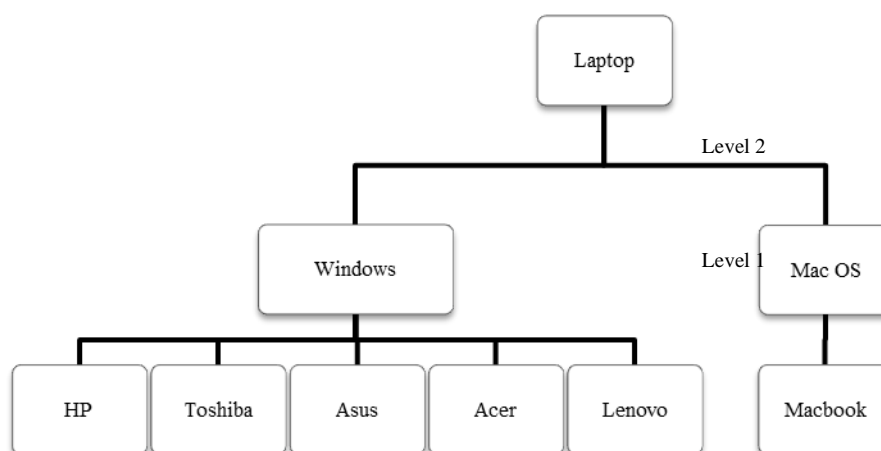
**Tabel 1** Uji Multikolinearitas

Atribut	R <sup>2</sup>	K	Q	F <sub>k</sub>	F <sub>(K-2,Q-K+1,5%)</sub>
Klasifikasi Laptop	0.0000189403	3	28800	0.545454	3.84
Garansi	0.0000158503	3	28800	0.456464	
Warna	0.0000347895	3	28800	1.001902	

Berdasarkan Tabel 1 nilai F-hitung seluruh atribut lebih kecil dari F-tabel, dapat disimpulkan tidak terjadi korelasi antar atribut dan desain dapat digunakan pada penelitian.

##### 4.2 Struktur Pohon

Dalam penelitian ini alternatif yang menyusun struktur pohon logit tersarang yaitu merk laptop dikelompokkan ke dalam sarang berdasarkan kesamaan sistem operasi sehingga membentuk sebuah struktur pohon 2 level seperti Gambar 1:



**Gambar 1** Struktur Pohon Model Logit Tersarang 2 Level

##### 4.3 Uji Signifikansi Model

###### 4.3.1 Model Awal

Tahap pertama yang dilakukan pada uji signifikansi model yaitu melakukan uji Hausman dengan mengeluarkan alternatif Macbook dari model logit multinomial yang dicobakan pada data. Dari output diperoleh nilai  $q(63.54) > \chi^2_{(3,0.95)}(7.81)$  artinya asumsi IIA tidak terpenuhi, sehingga dapat disimpulkan tidak cukup menggunakan model logit multinomial dan sebaiknya menggunakan model yang dapat melonggarkan asumsi IIA seperti model logit tersarang. Tahapan kedua yaitu uji rasio *likelihood* untuk mengetahui signifikansi model logit tersarang, berdasarkan

output diperoleh nilai  $G (3790.819) > \chi^2_{(9,0.95)}(16.91)$  sehingga  $H_0$  ditolak, dapat disimpulkan model signifikan.

**Tabel 2 Uji Wald Model Awal**

Variabel	Parameter	Koefisien	Standar Error	Nilai Wald
Intersep	$\theta_1$	2.8416	5.5039	0.267
	$\theta_2$	3.3414	5.5041	0.369
	$\theta_3$	3.4481	5.5041	0.392
	$\theta_4$	2.7281	5.5036	0.246
	$\theta_5$	2.8716	5.5034	0.272
Klasifikasi Laptop	$\beta_1$	0.2052	0.0191	115.151
Garansi	$\beta_2$	0.1178	0.0199	34.937
Warna	$\beta_3$	0.0072	0.0156	0.213
Windows	$\lambda_1$	0.5047	0.5184	0.948

Tahap ketiga yaitu melakukan uji wald untuk mengetahui signifikansi masing-masing parameter dalam model, berdasarkan Tabel 2 dapat disimpulkan seluruh intersep tidak signifikan karena nilai Waldnya lebih kecil dari  $\chi^2_{\alpha,1}(3.84)$ , atribut klasifikasi laptop signifikan karena  $W_{\text{klasifikasi laptop}} (115.151) > \chi^2_{\alpha,1}(3.84)$ , demikian pula atribut garansi karena  $W_{\text{garansi}} (34.937) > \chi^2_{\alpha,1}(3.84)$ . Karena atribut warna tidak signifikan ( $W_{\text{warna}} (0.213) < \chi^2_{\alpha,1}(3.84)$ ) untuk  $\alpha = 0.05$ , maka atribut ini dikeluarkan dari model dan dibentuk model baru tanpa menyertakan atribut warna.

#### 4.3.2 Model Akhir

Tahap pertama yang dilakukan pada uji signifikansi model yaitu melakukan uji Hausman dengan mengeluarkan alternatif Macbook dari model logit multinomial yang dicobakan pada data. Dari output diperoleh nilai  $q (12.108) > \chi^2_{(2,0.95)}(5.99)$  artinya asumsi IIA tidak terpenuhi, sehingga dapat disimpulkan tidak cukup menggunakan model logit multinomial dan sebaiknya menggunakan model yang dapat melonggarkan asumsi IIA seperti model logit tersarang. Tahapan kedua yaitu uji rasio *likelihood* untuk mengetahui signifikansi model logit tersarang, berdasarkan output diperoleh nilai  $G (3790.6) > \chi^2_{(8,0.95)}(15.51)$  sehingga  $H_0$  ditolak, dapat disimpulkan model signifikan.

**Tabel 3 Uji Wald Model Akhir**

Variabel	Parameter	Koefisien	Standar Error	Nilai Wald
Intersep	$\theta_1$	3.0003	5.7947	0.268
	$\theta_2$	3.5001	5.7949	0.365
	$\theta_3$	3.6069	5.7949	0.387
	$\theta_4$	2.8868	5.7944	0.248
	$\theta_5$	3.0303	5.7942	0.274
Klasifikasi laptop	$\beta_1$	0.2051	0.0191	115.097
Garansi	$\beta_2$	0.1177	0.0199	34.875
Windows	$\lambda_1$	0.4918	0.5184	0.900

Tahap ketiga yaitu melakukan uji wald untuk mengetahui signifikansi masing-masing parameter dalam model, berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan seluruh intersep tidak signifikan karena nilai Waldnya lebih kecil dari  $\chi^2_{\alpha,1}(3.84)$ , atribut klasifikasi laptop signifikan karena  $W_{\text{klasifikasi laptop}} (115.097) > \chi^2_{\alpha,1}(3.84)$ , demikian pula atribut garansi karena  $W_{\text{garansi}} (34.875) > \chi^2_{\alpha,1}(3.84)$  untuk  $\alpha = 0.05$ . Karena seluruh atribut signifikan maka model ini yang akan selanjutnya digunakan.

### 4.3.3 Penjabaran Struktur Pohon

#### 4.3.3.1 Level 1

Berdasarkan pembahasan sebelumnya diketahui atribut yang signifikan mempengaruhi pilihan responden adalah klasifikasi laptop dan garansi sehingga fungsi utilitas relatif alternatif secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V_{qi} = \theta_i + \beta_1 X_{q1i} + \beta_2 X_{q2i} = \theta_i + 0.20514 X_{q1i} + 0.11767 X_{q2i} \quad (19)$$

dengan

$V_{qi}$  = Fungsi utilitas alternatif ke-i untuk individu ke-q

$\theta_i$  = Intersep dari fungsi utilitas alternatif ke-i

$X_{q1i}$  = Nilai dari atribut klasifikasi laptop pada alternatif ke-i untuk individu ke-q

$X_{q2i}$  = Nilai dari atribut garansi pada alternatif ke-i untuk individu ke-q

$i$  = 1 (HP), 2 (Toshiba), 3 (Asus), 4 (Acer), 5 (Lenovo), 6 (Macbook).

Dari persamaan (20) dapat disimpulkan kenaikan 1 unit pada atribut klasifikasi laptop akan menaikkan nilai utilitas sebesar 0.20514 jika atribut lain diasumsikan konstan, sedangkan kenaikan 1 unit atribut garansi akan menaikkan nilai utilitas sebesar 0.11767 jika atribut lain diasumsikan konstan. Nilai utilitas relatif sebuah alternatif yang muncul hanya memiliki arti jika dibandingkan dengan nilai utilitas relatif dari alternatif kedua (pembanding). Nilai utilitas relatif yang lebih besar memiliki makna alternatif tersebut lebih mungkin dipilih oleh responden dibandingkan alternatif pembandingnya (Hensher, et.al., 2005).

Probabilitas bersyarat memilih alternatif ke-i dalam sarang Windows ( $B_1$ ) adalah:

$$P_{qi|B_1} = \frac{e^{V_{qi}}}{e^{V_{q1}} + e^{V_{q2}} + e^{V_{q3}} + e^{V_{q4}} + e^{V_{q5}}} \quad (20)$$

dengan

$P_{qi|B_1}$  = Probabilitas memilih alternatif ke-i bersyarat sarang Windows

$V_{qi}$  = Fungsi utilitas alternatif ke-i untuk individu ke-q

$i$  = 1 (HP), 2 (Toshiba), 3 (Asus), 4 (Acer), 5 (Lenovo).

Probabilitas bersyarat memilih alternatif ke-i dalam sarang Mac OS ( $B_2$ ) adalah:

$$P_{qi|B_2} = \frac{e^{V_{qi}}}{\sum_{j \in B_2} e^{V_{qj}}} = \frac{e^{V_{q6}}}{e^{V_{q6}}} = 1 \quad (21)$$

Karena alternatif Macbook merupakan satu-satunya alternatif dalam sarang Mac OS (*degenerate branch*) maka probabilitas bersyaratnya akan selalu bernilai 1.

#### 4.3.3.2 Level 2

Nilai inklusif variabel pada sarang Windows adalah sebagai berikut:

$$IV_{B_1} = \ln(e^{V_{q1}} + e^{V_{q2}} + e^{V_{q3}} + e^{V_{q4}} + e^{V_{q5}}) \quad (22)$$

Nilai inklusif variabel pada sarang Mac OS adalah sebagai berikut:

$$IV_{B_2} = \ln(\sum_{i \in B_2} e^{\mu_i V_{qi}}) = \ln(e^{V_{q6}}) = V_{q6} \quad (23)$$

Berdasarkan output diperoleh nilai inklusif parameter sarang sebagai berikut:

$$IV_{pB_1} = \lambda_{B_1} = 0.4918$$

$$IV_{pB_2} = \lambda_{B_2} = 1$$

Fungsi utilitas relatif sarang Windows adalah sebagai berikut:

$$V_{qB_1} = \lambda_{B_1} \times IV_{B_1} \quad (24)$$

Fungsi utilitas relatif sarang Mac OS adalah sebagai berikut:

$$V_{qB_2} = \lambda_{B_2} \times IV_{B_2} = V_{q6} \quad (25)$$

Probabilitas marjinal sarang Windows adalah sebagai berikut:

$$P_{qB_1} = \frac{e^{V_{qB_1}}}{e^{V_{qB_1}} + e^{V_{qB_2}}} \quad (26)$$

Probabilitas marjinal sarang Mac OS adalah sebagai berikut:

$$P_{qB_2} = \frac{e^{V_{qB_2}}}{e^{V_{qB_1}} + e^{V_{qB_2}}} \quad (27)$$



Setelah mengetahui nilai probabilitas bersyarat dan probabilitas marjinal, selanjutnya dapat diperoleh model preferensi merk laptop berupa probabilitas tidak bersyarat menggunakan persamaan (11).

#### 4.3.4 Model Preferensi

Model probabilitas tidak bersyarat untuk sebarang alternatif dalam sarang Windows (HP, Toshiba, Asus, Acer, Lenovo), adalah:

$$P_{qi} = \frac{(e^{\theta_i+0.20514 X_{q1i}+0.11767 X_{q2i}})(\sum_{i=1}^5 e^{\theta_i+0.20514 X_{q1i}+0.11767 X_{q2i}})^{\lambda_{B_1}-1}}{(\sum_{i=1}^5 e^{\theta_i+0.20514 X_{q1i}+0.11767 X_{q2i}})^{\lambda_{B_1}} + e^{0.20514 X_{q16}+0.11767 X_{q26}}} \quad (28)$$

dengan

- $P_{qi}$  = Probabilitas tidak bersyarat responden ke-q memilih alternatif ke-i
- $P_{qi|B_1}$  = Probabilitas responden ke-q memilih alternatif ke-i bersyarat alternatif tersebut berada dalam sarang Windows
- $P_{qB_1}$  = Probabilitas marjinal responden ke-q memilih sarang Windows
- $\theta_i$  = Intersep pada fungsi utilitas relatif alternatif ke-i
- $X_{q1i}$  = Nilai atribut klasifikasi laptop pada alternatif ke-i untuk responden ke-q
- $X_{q2i}$  = Nilai atribut garansi pada alternatif ke-i untuk responden ke-q
- $\lambda_{B_1}$  = Parameter skala sarang Windows
- $i$  = 1 (HP), 2 (Toshiba), 3 (Asus), 4 (Acer), 5 (Lenovo).

Karena Macbook berada dalam sarang Mac OS maka model probabilitas tidak bersyarat untuk alternatif Macbook dihitung secara berbeda:

$$P_{q6} = \frac{e^{0.20514 X_{q16}+0.11767 X_{q26}}}{(\sum_{i=1}^5 e^{\theta_i+0.20514 X_{q1i}+0.11767 X_{q2i}})^{\lambda_{B_1}} + e^{0.20514 X_{q16}+0.11767 X_{q26}}} \quad (29)$$

dengan

- $P_{q6}$  = Probabilitas tidak bersyarat responden ke-q memilih alternatif Macbook
- $P_{q6|B_2}$  = Probabilitas responden ke-q memilih alternatif Macbook bersyarat alternatif tersebut berada dalam sarang Mac OS
- $P_{qB_2}$  = Probabilitas marjinal responden ke-q memilih sarang Mac OS
- $\theta_i$  = Intersep pada fungsi utilitas relatif alternatif ke-i
- $X_{q16}$  = Nilai atribut klasifikasi laptop pada alternatif Macbook untuk responden ke-q
- $X_{q26}$  = Nilai atribut garansi pada alternatif Macbook untuk responden ke-q
- $\lambda_{B_1}$  = Parameter skala sarang Windows

Pada output dicantumkan probabilitas masing-masing alternatif sebagai berikut:

**Tabel 4** Proporsi Probabilitas Alternatif

Probabilitas			
Sarang		Alternatif	
Windows	88.73 %	HP	13.90 %
		Toshiba	22.81 %
		Asus	25.35 %
		Acer	12.40 %
		Lenovo	14.27 %
Mac OS	11.27 %	Macbook	11.27 %

Berdasarkan Tabel 4, peluang responden memilih merk laptop Asus paling besar (25.35 %) sedangkan peluang memilih merk laptop Macbook paling kecil (11.27%). Berdasarkan output, peluang terbesar pada masing-masing himpunan pilihan adalah peluang memilih merk laptop Asus dengan klasifikasi laptop *high-end* dan bergaransi resmi. Pada masing-masing kombinasi perlakuan, peluang memilih merk laptop Asus cenderung lebih besar dibandingkan peluang memilih merk laptop lain.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang diperoleh pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Model logit tersarang yang digunakan untuk memodelkan preferensi merk laptop berbasis Windows (HP, Toshiba, Asus, Acer dan Lenovo) adalah:

$$P_{qi} = \frac{(e^{\theta_i + 0.20514 X_{q1i} + 0.11767 X_{q2i}})(\sum_{i=1}^5 e^{\theta_i + 0.20514 X_{q1i} + 0.11767 X_{q2i}})^{B_1 - 1}}{(\sum_{i=1}^5 e^{\theta_i + 0.20514 X_{q1i} + 0.11767 X_{q2i}})^{B_1} + e^{0.20514 X_{q16} + 0.11767 X_{q26}}}$$

dengan  $i = 1$  (HP),  $2$  (Toshiba),  $3$  (Asus),  $4$  (Acer),  $5$  (Lenovo).

Model logit tersarang yang digunakan untuk memodelkan preferensi merk laptop Macbook adalah:

$$P_{qMacbook} = \frac{e^{0.20514 X_{q16} + 0.11767 X_{q26}}}{(\sum_{i=1}^5 e^{\theta_i + 0.20514 X_{q1i} + 0.11767 X_{q2i}})^{B_1} + e^{0.20514 X_{q16} + 0.11767 X_{q26}}}$$

2. Atribut yang signifikan mempengaruhi preferensi merk laptop mahasiswa Universitas Diponegoro yaitu klasifikasi laptop dan garansi, sedangkan warna tidak signifikan.
3. Secara umum peluang memilih merk laptop Asus cenderung lebih besar dibandingkan peluang memilih merk laptop lain. Secara spesifik nilai peluang terbesar yaitu peluang responden memilih merk laptop Asus dengan klasifikasi laptop *high-end* dan bergaransi resmi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agresti, A. 1990. *Categorical Data Analysis*. John Wiley & Sons, Inc: United States of America.
- Budiarto, A. 2010. Strategi Peningkatan Pangsa Pasar Angkutan Umum Surakarta. *Jurnal Transportasi* Vol.10 No.3: 225-234
- Garrow, L. 2010. *Discrete Choice Modelling and Air Travel Demand*. Ashgate Publishing Limited: Farnham.
- Greene, W. H. 2007. *NLOGIT Version 4.0 Student Reference Guide*. Econometric Software, Inc: New York.
- Hensher, D. A., Rose, J. M. and Greene, W. H. 2005. *Applied Choice Analysis: A Primer*. Cambridge University Press: Cambridge.
- Heiss, F. 2002. *Spesification(s) of Nested Logit Models*. University of Mannheim: Mannheim.
- Koppelman, F. S. and Bhat, C. 2006. *A Self Instructing Course in Mode Choice Modeling: Multinomial and Nested Logit Models*. U.S. Department of Transportation Federal Transit Administration.
- Koppelman, F. S. and Wen, C. 1998. *Alternative Nested Logit Models: Structure, Properties and Estimation*. Elsevier Science Ltd: Great Britain.
- Louviere, J. J., Hensher, D. A. and Swait, J. D. 2000. *State Choice Methods: Analysis and Applications*. Cambridge University Press: New York.
- Sugiyono. 1999. *Statistika Untuk Penelitian*. CV Alfabeta: Bandung.
- Train, K. E. 2003. *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press: Cambridge.