ANALISIS JALUR KUADRATIK DENGAN *RESAMPLING BOOTSTRAP* PADA DATA SIMULASI

SKRIPSI

Oleh:
AISYAH ALIFA
165090500111017

PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2020

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS JALUR KUADRATIK DENGAN *RESAMPLING* *BOOTSTRAP* PADA DATA SIMULASI

Oleh:
AISYAH ALIFA
165090500111017

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
Pada tanggal 10 Maret 2020
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Statistika dalam bidang Statistika

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Solimun, MS
NIP. 196112151987031002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika
Fakultas MIPA
Universitas Brawijaya

Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D
NIP. 197603281999032001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	**: Aisyah Alifa**
NIM	**: 165090500111017**
Jurusan	**: Statistika**
Judul Skripsi	**:**

ANALISIS JALUR KUADRATIK DENGAN *RESAMPLING* *BOOTSTRAP* PADA DATA SIMULASI

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. **Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Skripsi ini.**
2. **Apabila di kemudian hari ternyata Skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala risiko yang akan saya terima.**

Demikian pernyataan ini saya buat dengan segala kesadaran.

Malang, 10 Maret 2020
Yang menyatakan,

<u>Aisyah Alifa</u>
165090500111017

ANALISIS JALUR KUADRATIK DENGAN *RESAMPLING BOOTSTRAP* PADA DATA SIMULASI

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah *resampling bootstrap* dapat digunakan dalam mengatasi pelanggaran asumsi normalitas residual analisis jalur kuadratik. Data dengan studi simulasi pada penelitian ini dibangkitkan dengan satu variabel eksogen, satu variabel endogen murni, dan satu variabel endogen mediasi. Sisaan dibangkitkan mengikuti distribusi *weibull* untuk mewakili kondisi normalitas tidak terpenuhi, kemudian setelah dilakukan pengujian normalitas sisaan dihasilkan nilai-p sebesar < 2.2e-16 dan nilai tersebut kurang dari $\alpha = 0,05$, sehingga dapat dibuktikan bahwa sisaan tidak berdistribusi normal. Pendugaan parameter pada analisis jalur kuadratik *resampling bootstrap* menghasilkan model kuadratik yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan variabel X_1 akan meningkatkan variabel Y_1, namun pada titik puncak sebesar (0,167; 0,151), variabel Y_1 dapat menurun dengan anggapan bahwa variabel yang lain tetap. Selain itu setiap kenaikan variabel X_1 akan meningkatkan variabel Y_2, namun pada titik puncak (0,667; 0,298) justru Y_2 akan menurun dengan anggapan bahwa variabel yang lain tetap. Hasil pengujian asumsi normalitas sisaan menggunakan Kolmogorov smirnov, nilai-p yang dihasilkan sebesar 0,2884 dan 0,116. Nilai-nilai tersebut lebih dari $\alpha = 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa sisaan mengikuti distribusi normal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah *resampling bootstrap* dapat mengatasi pelanggaran asumsi normalitas sisaan pada analisis jalur kuadratik.

Kata kunci: Analisis Jalur Kuadratik, Simulasi, *Resampling Bootstrap*

QUADRATIC PATH ANALYSIS WITH BOOTSTRAP RESAMPLING ON SIMULATION DATA

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine whether bootstrap resampling can be used in overcoming violations of the assumption of normality residual quadratic path analysis. Data with simulation studies in this study were generated with one exogenous variable, one pure endogenous variable, and one endogenous mediating variable. The residuals are raised following the Weibull distribution to represent normality conditions not met, then after testing the normality of residuals, a p-value of <2.2e-16 is generated and the value is less than $\alpha = 0,05$, so it can be proven that the residuals are not normally distributed. Estimation of parameters in the quadratic bootstrap resampling path analysis produces a quadratic model which shows that each increase in the variable X_1 will increase the variable Y_1, but at the peak point of (0.167; 0.151), the variable Y_1 can decrease with the assumption that the other variables are fixed. In addition, each increase in variables X_1 will increase the variable Y_2, but at the peak point (0.667; 0.298) it will actually decrease with the assumption that the other variables are fixed. The results of testing the remaining normality assumption using Kolmogorov smirnov, the resulting p-value of 0.2884 and 0.116. These values are more than $\alpha = 0,05$, so it can be shown that the residual follows the normal distribution. The conclusion of the research is that bootstrap resampling can overcome the violation of the assumption of normality in the quadratic path analysis.

Keywords: Quadratic Path Analysis, Simulation, Bootstrap Resampling

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat-Nya sehingga Skripsi dengan judul **"Analisis Jalur Kuadratik dengan *Resampling Bootstrap* pada Data Simulasi"** dapat diselesaikan.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Sehubungan dengan hal tersebut, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1) Bapak dan Ibu yang telah memberikan banyak kasih sayang, dukungan, dan doa.
2) Dr. Ir. Solimun, MS selaku dosen pembimbing skripsi atas bimbingan dan saran yang diberikan selama proses penyusunan skripsi.
3) Dr. Heni Kusdarwati, MS dan Dr. Umu Sa'adah, M.Si. selaku dosen penguji atas bimbingan dan saran yang diberikan selama proses penyusunan skripsi.
4) Achmad Efendi, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku ketua program studi Sarjana Statistika Universitas Brawijaya
5) Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku ketua jurusan Statistika Universitas Brawijaya
6) Seluruh jajaran dosen, staff, dan karyawan Jurusan Statistika FMIPA Universitas Brawijaya.
7) Teman-teman jurusan Statistika Universitas Brawijaya angkatan 2016 atas dukungan yang diberikan.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi perbaikan dan penyempurnaan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca.

Malang, Maret 2020

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Drapper dan Smith (1992), analisis regresi merupakan metode statistika yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel prediktor dengan satu atau lebih variabel respon. Meski penerapannya cukup berguna pada berbagai penelitian, namun analisis regresi masih belum bisa diterapkan pada model hubungan yang lebih kompleks. Oleh karena itu, dikembangkan analisis jalur yang mampu menganalisis model dengan hubungan antar variabel secara rekursif yang digambarkan oleh diagram jalur. Dalam statistika, analisis jalur digunakan untuk menganalisis hubungan sebab akibat yang terjadi pada model jika variabel eksogen memengaruhi variabel endogen baik secara langsung maupun secara tidak langsung.

Sama halnya dengan analisis regresi, analisis jalur juga mempunyai beberapa asumsi antara lain asumsi linieritas, asumsi kenormalan sisaan dan asumsi homoskedastisitas. Asumsi linieritas merupakan asumsi yang pertama kali harus terpenuhi sebelum analisis jalur dilakukan. Pada analisis jalur diasumsikan bahwa hubungan antara variabel eksogen dan variabel endogen dapat dijelaskan melalui suatu fungsi yang sudah diketahui *(known function)* dan fungsi tersebut merupakan fungsi linier (Fernandes dkk., 2015).

Namun dalam penerapannya di kehidupan sehari-hari justru terdapat beberapa studi kasus yang menghasilkan hubungan tidak linier antara variabel eksogen dan endogen. Seperti pada penelitian Setiani (2017) yang berjudul “Analisis Pengaruh Stres Kerja (Faktor Organisasi) terhadap Kinerja Karyawan Menggunakan Regresi Non Linier Model Kuadratik (Studi Kasus Karyawan Bagian Penjualan di PT." X" Kota Bandung)” tentang hubungan antara stres dan kinerja karyawan yang memiliki fungsi kuadratik. Stres dapat memengaruhi kinerja karyawan secara positif, dikarenakan perlunya seseorang menerima stres sebagai motivasi untuk meningkatkan kinerjanya. Akan tetapi pada titik tertentu pemberian stres secara berlebihan justru akan menurunkan kinerja karyawan tersebut, karena stres akan memengaruhi kondisi psikologis karyawan yang dapat menurunkan motivasinya dalam bekerja. Sehingga pemberian stres dalam kinerja akan menghasilkan fungsi kuadratik dengan titik puncak maksimum. Stres akan memengaruhi kinerja secara positif hingga tercapainya titik optimum kemudian akan menurun yang berarti stres memengaruhi kinerja secara negatif. Dalam penelitian ini digunakan analisis jalur kuadratik untuk mengetahui hubungan antara satu variabel eksogen, variabel endogen mediasi, dan variabel endogen murni.

Asumsi normalitas sisaan merupakan asumsi yang penting untuk dipenuhi dalam analisis jalur. Menurut Ghozali (2006), pengujian asumsi normalitas bertujuan menguji apakah residual dalam suatu model memiliki distribusi normal. Seperti diketahui bahwa uji t dan uji F mengasumsikan bahwa nilai residual mengikuti distribusi normal. Apabila asumsi ini terlanggar maka uji statistik menjadi tidak valid dalam ukuran sampel yang kecil. Oleh karena itu, dalam teorema dalil limit pusat dikatakan bahwa sampel yang berasal dari bukan sebaran normal, apabila sampel acak berasal dari suatu populasi yang berdistribusi sembarang dan mempunyai *mean* μ dan ragam σ^2 dengan ukuran sampel n besar, maka distribusi dari sampel mendekati distribusi normal (Wackerly dkk., 1981).

Menurut Solimun dkk. (2017), penggunaan *resampling* memungkinkan berlakunya data terbebas dari asumsi distribusi atau tidak memerlukan asumsi normalitas. *Resampling* yang sering digunakan adalah *bootstrap, blindfold,* dan jackknife. Metode *bootstrap* dilakukan dengan pengambilan ulang dari sampel asli berukuran n dengan pengembalian.

Dalam pengujian hipotesis penduga parameter jalur kuadratik, dibutuhkan proses *resampling* yang baik, sehingga dalam penelitian ini akan menggunakan *resampling bootstrap* dalam menduga parameter jalur kuadratik, karena berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, diketahui bahwa metode *Bootstrap* mampu memberikan hasil yang tidak bias dan lebih konsisten dibandingkan metode *Jackknife* (Fan dan Wang, 1996).

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan hasil studi simulasi. Studi simulasi dilakukan guna mendapatkan kebutuhan data sesuai kenyataan dalam suatu penelitian. Data dengan studi simulasi dalam penelitian ini dibangkitkan dengan satu variabel eksogen, satu variabel endogen murni, dan satu variabel endogen mediasi. Berdasarkan studi simulasi, metode *resampling bootstrap* dapat digunakan sebagai metode alternatif yang mampu menghasilkan estimasi parameter regresi yang sangat dekat dengan parameter populasi dan selang kepercayaan yang cukup sempit (Sungkono, 2015).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat ditulis rumusan masalah adalah apakah *resampling bootstrap* dalam mengatasi pelanggaran asumsi normalitas pada analisis jalur kuadratik pada data simulasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah mengetahui apakah *resampling bootstrap* dapat digunakan dalam mengatasi pelanggaran asumsi normalitas pada analisis jalur kuadratik pada data simulasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dengan adanya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1) Menambah pengetahuan dalam bidang keilmuan statistika mengenai analisis jalur dengan *resampling Bootstrap* dalam mengatasi pelanggaran asumsi normalitas analisis jalur kuadratik pada data simulasi.
2) Memberikan kontribusi positif dalam pengembangan keilmuan statistika**.**

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

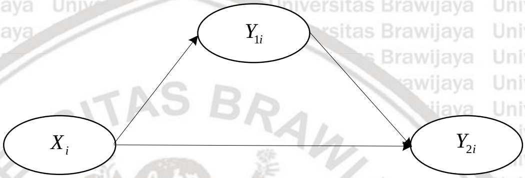
1) Pengaruh yang dianalisis pada analisis jalur kuadratik hanya pengaruh langsung.
2) Persamaan jalur kuadratik yang digunakan memiliki kurva terbuka ke bawah.

(*halaman ini sengaja dikosongkan*)

BAB II
TINJAUAN STATISTIKA

2.1. Analisis Jalur

Menurut Rutherford (1993) analisis jalur merupakan suatu teknik untuk menganalisis hubungan sebab akibat yang terjadi pada regresi berganda jika variabel bebasnya memengaruhi variabel tergantung tidak hanya secara langsung tetapi juga secara tidak langsung. Analisis jalur sederhana menganalisis hubungan satu variabel eksogen dan dua variabel endogen.



Gambar 2.1. Diagram Jalur Sederhana

Diketahui model analisis jalur linier sederhana seperti berikut.

$$\begin{aligned} Y_{1i} &= f(X_i) + \varepsilon_{1i} \\ Y_{2i} &= f(X_i, Y_{1i}) + \varepsilon_{2i} \end{aligned} \qquad (2.1)$$

$$\begin{aligned} Y_{1i} &= \beta_{01} + \beta_{11} X_i + \varepsilon_{1i} \\ Y_{2i} &= \beta_{02} + \beta_{12} X_i + \beta_{22} Y_{1i} + \varepsilon_{2i} \end{aligned} \qquad (2.2)$$

Dapat dibentuk matriks sebagai berikut:

$$\underset{\sim}{Y}_{2n\times1} = \underset{\sim}{X}_{2n\times5}\,\underset{\sim}{\beta}_{5\times1} + \underset{\sim}{\varepsilon}_{2n\times1}$$

$$
\begin{bmatrix} Y_{11} \\ Y_{12} \\ Y_{13} \\ \vdots \\ Y_{1n} \\ Y_{21} \\ Y_{22} \\ Y_{23} \\ \vdots \\ Y_{2n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underset{\sim}{X}_X & \underset{\sim}{0}_{n\times 3} \\ \underset{\sim}{0}_{n\times 2} & \underset{\sim}{X}_{XY} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{01} \\ \beta_{11} \\ \beta_{02} \\ \beta_{12} \\ \beta_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{13} \\ \vdots \\ \varepsilon_{1n} \\ \varepsilon_{21} \\ \varepsilon_{22} \\ \varepsilon_{23} \\ \vdots \\ \varepsilon_{2n} \end{bmatrix}
$$

di mana

$$
\underset{\sim}{X}_X = \begin{bmatrix} 1 & X_1 \\ 1 & X_2 \\ 1 & X_3 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_n \end{bmatrix} ; \underset{\sim}{X}_{XY} = \begin{bmatrix} 1 & X_1 & Y_{11} \\ 1 & X_2 & Y_{12} \\ 1 & X_3 & Y_{13} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_n & Y_{1n} \end{bmatrix}
$$

dengan :

Y_{hi} : Variabel endogen ke $-h$, pengamatan ke $-i$ ($h = 1, 2$; $i = 1, 2, 3, \ldots, n$);

X_i : Variabel eksogen pengamatan ke $-i$;

n : Banyaknya pengamatan;

q : Banyaknya variabel eksogen;

β_{jh} : Koefisien pengaruh variabel eksogen terhadap endogen ($j = 0, 1$) ;

ε_{hi} : *Random error* variabel endogen ke $-h$, pengamatan ke $-i$.

Variabel yang digunakan dalam analisis jalur perlu ditransformasi ke dalam bentuk baku agar memiliki rata-rata dan ragam yang sama, sehingga parameter jalur dapat dibandingkan dengan parameter jalur lainnya.

Standarisasi menurut Li (1975) dilakukan dengan transformasi rata-rata menjadi 0 dan ragam bernilai 1 menggunakan rumus berikut.

$$Z_{X_i} = \frac{X_i - \bar{X}}{S} \tag{2.3}$$

dengan

$$S = \sqrt{\frac{\left(X_i - \bar{X}\right)^2}{n-1}} \tag{2.4}$$

di mana:

Z_{X_i} : Nilai variabel eksogen pada pengamatan ke-i yang telah ditransformasi ke dalam bentuk baku

X_i : Nilai variabel eksogen pada pengamatan ke-i

$\bar{X}$: Rata-rata variabel eksogen

S : Simpangan baku

Persamaan (2.2) yang telah dilakukan standarisasi dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\begin{aligned} Z_{Y_{1i}} &= \beta_{111} Z_{X_i} + \varepsilon_{1i} \\ Z_{Y_{2i}} &= \beta_{112} Z_{X_i} + \beta_{122} Z_{Y_i} + \varepsilon_{2i} \end{aligned} \tag{2.5}$$

Dengan bentuk matriks sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} Z_{Y_{11}} \\ Z_{Y_{12}} \\ Z_{Y_{13}} \\ \vdots \\ Z_{Y_{1n}} \\ Z_{Y_{21}} \\ Z_{Y_{22}} \\ Z_{Y_{23}} \\ \vdots \\ Z_{Y_{2n}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underset{\sim}{X}_{Z_{XX}} & \underset{\sim}{0}_{n\times 3} \\ \underset{\sim}{0}_{n\times 2} & \underset{\sim}{X}_{Z_{XY}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{01} \\ \beta_{11} \\ \beta_{02} \\ \beta_{12} \\ \beta_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{13} \\ \vdots \\ \varepsilon_{1n} \\ \varepsilon_{21} \\ \varepsilon_{22} \\ \varepsilon_{23} \\ \vdots \\ \varepsilon_{2n} \end{bmatrix}$$

di mana:

$$\underset{\sim}{X}_{Z_{XX}} = \begin{bmatrix} Z_{X_1} \\ Z_{X_2} \\ Z_{X_3} \\ \vdots \\ Z_{X_n} \end{bmatrix}; \underset{\sim}{X}_{Z_{XY}} = \begin{bmatrix} Z_{X_1} & Z_{Y_{11}} \\ Z_{X_2} & Z_{Y_{12}} \\ Z_{X_3} & Z_{Y_{13}} \\ \vdots & \vdots \\ Z_{X_n} & Z_{Y_{1n}} \end{bmatrix}$$

2.2. Analisis Jalur Kuadratik

Dalam kehidupan sehari-hari banyak dijumpai hubungan kuadratik antara variabel dalam analisis jalur, yaitu apabila variabel eksogen memengaruhi variabel endogen secara positif atau negatif hingga titik optimum tertentu kemudian variabel eksogen memengaruhi variabel endogen secara negatif atau positif.

Jika diberikan data berpasangan (X_i, Y_{1i}, Y_{2i}) dengan $i = 1, 2, 3, \ldots, n$ yang mengikuti model analisis jalur kuadratik, maka diperoleh bentuk fungsi analisis jalur kuadratik seperti disajikan pada persamaan (2.6) dan (2.7).

Persamaan (2.6) di bawah ini mengacu pada persamaan (2.4) dengan penambahan variabel kuadratik

$$\begin{aligned} Y_{1i} &= f(X, X^2) + \varepsilon_{1i} \\ Y_{2i} &= f(X, X^2, Y_{1i}, Y_{1i}^2) + \varepsilon_{2i} \end{aligned} \tag{2.6}$$

Dari persamaan (2.6) didapatkan persamaan jalur kuadratik seperti berikut.

$$\begin{aligned} Y_{1i} &= \beta_{011} + \beta_{111} X_i + \beta_{211} X_i^2 + \varepsilon_{1i} \\ Y_{2i} &= \beta_{012} + \beta_{112} X_i + \beta_{212} X_i^2 + \beta_{122} Y_{1i} + \beta_{222} Y_{1i}^2 + \varepsilon_{2i} \end{aligned} \tag{2.7}$$

Persamaan (2.7) di atas mengacu pada persamaan (2.5). Dari persamaaan (2.7) tersebut, dapat diperoleh matriks sebagai berikut.

$$\underset{\sim}{Y}_{2n\times 1} = \underset{\sim}{X}_{2n\times 8} \underset{\sim}{\beta}_{8\times 1} + \underset{\sim}{\varepsilon}_{2n\times 1}$$

$$\begin{bmatrix} Y_{11} \\ Y_{12} \\ Y_{13} \\ \vdots \\ Y_{1n} \\ Y_{21} \\ Y_{22} \\ Y_{23} \\ \vdots \\ Y_{2n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underset{\sim}{X}_{XX^2} & \underset{\sim}{0}_{n\times 5} \\ \underset{\sim}{0}_{n\times 3} & \underset{\sim}{X}_{XX^2YY^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{011} \\ \beta_{111} \\ \beta_{211} \\ \beta_{012} \\ \beta_{112} \\ \beta_{212} \\ \beta_{122} \\ \beta_{222} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{13} \\ \vdots \\ \varepsilon_{1n} \\ \varepsilon_{21} \\ \varepsilon_{22} \\ \varepsilon_{23} \\ \vdots \\ \varepsilon_{2n} \end{bmatrix}$$

dengan $\underset{\sim}{X}_{XX^2}$ merupakan matriks berukuran $(n\times 3)$ dan $\underset{\sim}{X}_{XX^2YY^2}$ merupakan matriks berukuran $(n\times 5)$ sebagai berikut :

$$\underset{\sim}{X}_{XX^2} = \begin{bmatrix} 1 & X_1 & X_1^2 \\ 1 & X_2 & X_2^2 \\ 1 & X_3 & X_3^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_n & X_n^2 \end{bmatrix}; \ \underset{\sim}{X}_{XX^2YY^2} = \begin{bmatrix} 1 & X_1 & X_1^2 & Y_{11} & Y_{11}^2 \\ 1 & X_2 & X_2^2 & Y_{12} & Y_{12}^2 \\ 1 & X_3 & X_3^2 & Y_{13} & Y_{13}^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_n & X_n^2 & Y_{1n} & Y_{1n}^2 \end{bmatrix}$$

di mana :

Y_{hi} :Variabel endogen ke $-h$, pengamatan ke $-i$ $(h=1,2\,;\,i=1,2,3,\ldots,n)$;

Y_{hi}^2 : Variabel endogen pangkat 2 (kuadrat) ke $-h$, pengamatan ke $-i$;

X_i : Variabel eksogen pengamatan ke $-i$;

X_i^2 : Variabel eksogen pangkat 2 (kuadrat) pengamatan ke-i;

n : Banyaknya pengamatan;

q : Banyaknya variabel eksogen;

β_{jgh} : Koefisien ke $-j$ pengaruh variabel eksogen ke $-g$ terhadap endogen ke $-h$ $(j=0,1,2\,;\,g=1,2)$;

ε_{hi} : *Random error* variabel endogen ke $-h$, pengamatan ke $-i$.

Variabel yang digunakan dalam analisis jalur dilakukan transformasi menjadi normal baku seperti pada rumus (2.3) dan (2.4). Persamaan (2.7) yang telah dilakukan standarisasi dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\begin{aligned} Z_{Y_{1i}} &= \beta_{111} Z_{X_i} + \beta_{211} Z_{X_i^2} + \varepsilon_{1i} \\ Z_{Y_{2i}} &= \beta_{112} Z_{X_i} + \beta_{212} Z_{X_i^2} + \beta_{212} Z_{Y_{1i}} + \beta_{222} Z_{Y_i^2} + \varepsilon_{2i} \end{aligned} \qquad (2.8)$$

Dengan bentuk matriks sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} Z_{Y_{11}} \\ Z_{Y_{12}} \\ Z_{Y_{13}} \\ \vdots \\ Z_{Y_{1n}} \\ Z_{Y_{21}} \\ Z_{Y_{22}} \\ Z_{Y_{23}} \\ \vdots \\ Z_{Y_{2n}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underset{\sim}{X}_{Z_{XX^2}} & \underset{\sim}{0}_{n\times 4} \\ \underset{\sim}{0}_{n\times 2} & \underset{\sim}{X}_{Z_{XX^2YY^2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{111} \\ \beta_{211} \\ \beta_{112} \\ \beta_{212} \\ \beta_{122} \\ \beta_{222} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{13} \\ \vdots \\ \varepsilon_{1n} \\ \varepsilon_{21} \\ \varepsilon_{22} \\ \varepsilon_{23} \\ \vdots \\ \varepsilon_{2n} \end{bmatrix}$$

dengan :

$$\underset{\sim}{X}_{Z_{XX^2}} = \begin{bmatrix} Z_{X_1} & Z_{X_1}^2 \\ Z_{X_2} & Z_{X_2}^2 \\ Z_{X3} & Z_{X_3}^2 \\ \vdots & \vdots \\ Z_{X_n} & Z_{X_n}^2 \end{bmatrix} ; \underset{\sim}{X}_{Z_{XX^2YY^2}} = \begin{bmatrix} Z_{X_1} & Z_{X_1}^2 & Z_{Y_{11}} & Z_{Y_{11}}^2 \\ Z_{X_2} & Z_{X_2}^2 & Z_{Y_{12}} & Z_{Y_{12}}^2 \\ Z_{X_3} & Z_{X_3}^2 & Z_{Y_{13}} & Z_{Y_{13}}^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Z_{X_n} & Z_{X_n}^2 & Z_{Y_{1n}} & Z_{Y_{1n}}^2 \end{bmatrix}$$

dengan :

$Z_{Y_{hi}}$: Variabel endogen ke $-h$, pengamatan ke $-i$ setelah dilakukan standarisasi ($h = 1, 2$; $i = 1, 2, 3, \ldots, n$);

$Z_{Y_{hi}}^2$: Variabel endogen pangkat 2 (kuadrat) ke $-h$, pengamatan ke $-i$ setelah dilakukan standarisasi;

Z_{X_i} : Variabel eksogen pengamatan ke $-i$ setelah dilakukan Standarisasi;

$Z_{X_i}^2$: Variabel eksogen pangkat 2 (kuadrat) pengamatan ke-i;

n : Banyaknya pengamatan;

q : Banyaknya variabel eksogen;

β_{jgh} : Koefisien ke $-j$ pengaruh variabel eksogen ke $-g$ terhadap endogen ke $-h$ ($j=1,2$; $g=1,2$);

ε_{hi} : *Random error* variabel endogen ke $-h$, pengamatan ke $-i$.

Bentuk matriks di atas dapat ditulis menjadi persamaan seperti berikut.

$$\underset{\sim}{Z}_Y = \underset{\sim}{Z}_X \underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{\varepsilon} \quad (2.9)$$

Pada proses standarisasi, parameter β setara dengan koefisien korelasi.

2.3. Jenis Variabel dalam Analisis Jalur

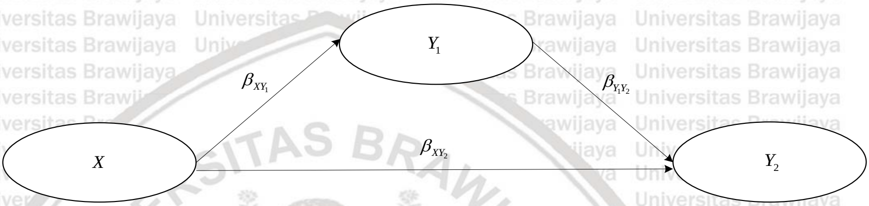
Analisis jalur terdiri dari beberapa variabel persamaan yang kompleks, sehingga variabel-variabel yang ada di dalamnya harus dikelompokkan. Berikut merupakan variabel-variabel yang terdapat pada analisis jalur (Sarwono, 2014).

1) Variabel Eksogen dalam suatu model ialah semua variabel yang tidak ada penyebab-penyebab eksplisitnya dalam diagram, sehingga tidak ada anak-anak panah yang menuju ke arahnya. Variabel ini berfungsi sebagai variabel bebas dan memengaruhi variabel lain (variabel endogen).
2) Variabel Endogen ialah variabel yang mempunyai anak-anak panah menuju ke arah variabel tersebut. Variabel endogen merupakan variabel yang mendapat pengaruh atau dipengaruhi variabel lain. Variabel yang termasuk di dalamnya ialah mencakup semua variabel perantara dan tergantung. Variabel endogen terbagi menjadi dua yaitu variabel endogen mediasi yang mendapat pengaruh langsung dari variabel eksogen dan variabel endogen murni yang mendapat pengaruh langsung dari variabel endogen mediasi.

2.4. Diagram Jalur

Menurut Dillon dan Goldstein (1984), diagram jalur merupakan diagram yang digunakan untuk menggambarkan pengaruh atau hubungan antar variabel pada analisis jalur. Diagram jalur merupakan basis atau dasar dari analisis jalur. Loehlin (2004) menyatakan bahwa diagram jalur tidak hanya sekedar sebagai deskriptif sederhana dari data, melainkan juga sebagai bentuk hubungan kausalitas variabel yang disimbolkan dengan arah. Arah menunjukkan hubungan kausalitas antar dua buah variabel. Jika terjadi perubahan pada nilai variabel pada pangkal arah panah maka terjadi pula perubahan pada variabel ujung arah panah dengan mengasumsikan variabel lain konstan.

Berikut merupakan contoh diagram jalur.



Gambar 2.2. Contoh Diagram Jalur

Pada Gambar 2.2. variabel Kualitas Produk (X) merupakan variabel eksogen, sementara variabel Penjualan (Y_1) adalah variabel endogen mediasi dan Keuntungan (Y_2) merupakan variabel endogen murni. Variabel Kualitas Produk (X) tidak dipengaruhi variabel apapun, namun memengaruhi Variabel Penjualan (Y_1) dan Variabel Keuntungan (Y_2).

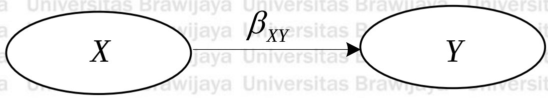
Variabel Penjualan (Y_1) dipengaruhi langsung oleh variabel Kualitas Produk (X) namun juga memengaruhi Variabel Keuntungan (Y_2), sedangkan Variabel Keuntungan (Y_2) dipengaruhi oleh Variabel Kualitas Produk (X) dan Variabel Penjualan (Y_1), serta tidak memengaruhi variabel lain.

2.5. Jenis Pengaruh pada Analisis Jalur

Terdapat jenis-jenis pengaruh di dalam analisis jalur yang digambarkan pada diagram jalur yaitu pengaruh langsung, pengaruh tidak langsung, dan pengaruh total (Solimun, 2010).

1. Pengaruh Langsung

Pengaruh yang diberikan oleh variabel eksogen kepada variabel endogen secara langsung tanpa melalui variabel lain sebagai perantara. Pengaruh langsung dapat digambarkan sebagai berikut.

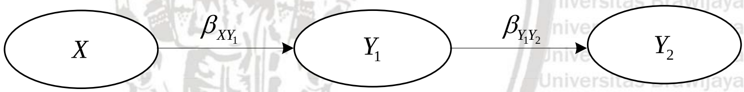


Gambar 2.3. Pengaruh Langsung

Berdasarkan Gambar 2.3. dapat diketahui bahwa besar pengaruh langsung dari variabel eksogen X terhadap variabel endogen Y adalah sebesar β_{XY} .

2. Pengaruh Tidak Langsung

Pengaruh yang diberikan oleh variabel eksogen kepada variabel endogen melalui variabel lain sebagai perantara. Pengaruh tidak langsung dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.4. Pengaruh Tidak Langsung

Pada Gambar 2.4. dapat diketahui bahwa besar pengaruh langsung variabel eksogen X terhadap variabel endogen Y_1 adalah β_{XY_1} dan pengaruh langsung variabel endogen Y_1 terhadap variabel endogen Y_2 sebesar $\beta_{Y_1Y_2}$. Besarnya pengaruh tidak langsung variabel eksogen X terhadap variabel endogen Y_2 dihitung dengan mengalikan pengaruh langsung X terhadap Y_1 dengan pengaruh langsung Y_1 terhadap Y_2. Secara matematis, pengaruh tak langsung dalam contoh ini sebesar $\beta_{XY_1} \times \beta_{Y_1Y_2}$.

3. Pengaruh Total

Pengaruh yang merupakan total penjumlahan pengaruh langsung maupun pengaruh tidak langsung. Berdasarkan Gambar

2.4, maka besarnya pengaruh total X terhadap Y_2 dapat dihitung menggunakan rumus $\beta_{XY_2} + \left(\beta_{XY_1} \times \beta_{Y_1Y_2}\right)$.

2.6. Analisis Regresi Linier Sederhana

Menurut Walpole (1993), Analisis regresi merupakan salah satu metode untuk mengetahui hubungan sebab akibat antara variabel satu dengan variabel yang lain. Apabila kedua variabel memiliki hubungan linier maka akan terbentuk sebuah persamaan garis lurus yang disebut garis regresi linier.

Persamaan regresi linier sederhana.

$$Y_{1i} = f(X_i) + \varepsilon_{1i} \tag{2.10}$$

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \tag{2.11}$$

Dapat dibentuk matriks :

$$\underset{\sim}{Y}_{n\times 1} = \underset{\sim}{X}_{n\times 2}\underset{\sim}{\beta}_{2\times 1} + \underset{\sim}{\varepsilon}_{n\times 1}$$

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_1 \\ 1 & X_2 \\ 1 & X_3 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & X_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix},$$

di mana:

Y_i : Variabel endogen pengamatan ke – i $(i = 1, 2, 3, \ldots, n)$;

X_i : Variabel eksogen pengamatan ke – i;

n : Banyaknya pengamatan;

β_j : Koefisien pengaruh variabel eksogen terhadap endogen $(j = 0,1)$;

ε_i : *Random error* variabel endogen pada pengamatan ke – i.

2.7. Analisis Regresi Kuadratik

Menurut Supranto (2015), regresi non linier ialah bentuk hubungan atau fungsi di mana variabel prediktor (X) dan atau variabel respon (Y) dapat berfungsi sebagai faktor atau variabel dengan pangkat tertentu. Regresi Kuadratik merupakan salah satu regresi non linier yang mengukur bentuk hubungan dimana variabel prediktor (X) berpangkat dua. Setelah diketahui persamaan dan model regresi linier sederhana, dapat dibuat persamaan regresi kuadratik sederhana sebagai berikut.

$$Y_i = f(X_i, X_i^2) + \varepsilon_i \quad (2.12)$$

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \varepsilon_i \quad (2.13)$$

Bentuk matriks dari model adalah:

$$\underset{\sim}{Y}_{n\times1} = \underset{\sim}{X}_{n\times3}\underset{\sim}{\beta}_{3\times1} + \underset{\sim}{\varepsilon}_{n\times1}$$

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & X_1 & X_1^2 \\ 1 & X_2 & X_2^2 \\ 1 & X_3 & X_3^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & X_n & X_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

di mana

Y_i : Variabel endogen pengamatan ke – i $(i = 1, 2, 3, \ldots, n)$;

X_i : Variabel eksogen pengamatan ke – i;

X_i^2 : Variabel eksogen pangkat 2 (kuadrat) pengamatan ke – i;

n : Banyaknya pengamatan;
q : Banyaknya variabel eksogen;
β_j : Koefisien pengaruh variabel eksogen terhadap endogen ($j = 0,1,2$);
ε_i : *Random error* variabel endogen pada pengamatan ke – i .

2.8. Pendugaan Parameter Jalur

Parameter Jalur menunjukkan besarnya pengaruh langsung dari suatu variabel eksogen terhadap variabel endogen dalam suatu sistem persamaan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menduga parameter jalur adalah *Ordiary Least Square* (OLS). Pendugaan parameter dengan metode OLS dilakukan dengan meminimumkan jumlah kuadrat sisaan.

$$\begin{aligned} \underset{\sim}{Z}_Y &= \underset{\sim}{Z}_X \underset{\sim}{\beta} + \underset{\sim}{\varepsilon} \\ \underset{\sim}{\varepsilon} &= \underset{\sim}{Z}_Y - \underset{\sim}{Z}_X \underset{\sim}{\beta} \end{aligned} \tag{2.14}$$

Selanjutnya jumlah kuadrat sisaan dapat ditulis sebagai $Q = \underset{\sim}{\varepsilon}^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{\varepsilon}$. Sehingga metode OLS meminimumkan jumlah kuadrat sisaan seperti berikut.

$$\begin{aligned} Q &= \underset{\sim}{\varepsilon}^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{\varepsilon} \\ &= \left(\underset{\sim}{Z}_Y - \underset{\sim}{Z}_X \underset{\sim}{\beta} \right)^{\mathrm{T}} \left(\underset{\sim}{Z}_Y - \underset{\sim}{Z}_X \underset{\sim}{\beta} \right) \\ &= (\underset{\sim}{Z}_Y^{\mathrm{T}} - \underset{\sim}{\beta}^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}}) \left(\underset{\sim}{Z}_Y - \underset{\sim}{Z}_X \underset{\sim}{\beta} \right) \\ &= \underset{\sim}{Z}_Y^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Z}_Y - \underset{\sim}{Z}_Y^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Z}_X \underset{\sim}{\beta} - \underset{\sim}{\beta}^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Z}_Y + \underset{\sim}{\beta}^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Z}_X \underset{\sim}{\beta} \\ &= \underset{\sim}{Z}_Y^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Z}_Y - 2 \underset{\sim}{\beta}^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Y} + \underset{\sim}{\beta}^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Z}_X \underset{\sim}{Z}_X \underset{\sim}{\beta} \end{aligned} \tag{2.15}$$

Persamaan jumlah kuadrat sisaan pada persamaan di atas diturunkan terhadap β dan menyamakan dengan nol seperti berikut.

$$\frac{\partial(Q)}{\partial(\beta)} = 0$$

$$-2\underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}}\underset{\sim}{Z}_Y + 2\underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}}\underset{\sim}{Z}_X\hat{\underset{\sim}{\beta}} = 0$$

$$-\underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}}\underset{\sim}{Z}_Y + \underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}}\underset{\sim}{Z}_X\hat{\underset{\sim}{\beta}} = 0$$

$$\underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}}\underset{\sim}{Z}_X\hat{\underset{\sim}{\beta}} = \underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}}\underset{\sim}{Z}_Y \tag{2.16}$$

$$\hat{\underset{\sim}{\beta}} = \left(\underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}}\underset{\sim}{Z}_X\right)^{-1}\underset{\sim}{Z}_X^{\mathrm{T}}\underset{\sim}{Z}_Y$$

2.9. Asumsi Analisis Jalur

Solimun (2010) menjelaskan beberapa asumsi yang melandasi analisis jalur sebagai berikut.

1. Hubungan antar variabel adalah linier dan aditif
   Asumsi ini menyatakan bahwa hubungan antar variabel prediktor dan respon adalah linier. Model struktural memenuhi model rekursif, yaitu hanya sistem aliran *causal* ke satu arah. Model dikatakan rekursif apabila memenuhi asumsi-asumsi sebagai berikut.
   a) Antar ε_i saling bebas
   b) Antar ε_i dengan variabel eksogen saling bebas.
2. Variabel endogen memiliki skala ukur minimal interval
3. Variabel diukur tanpa kesalahan (instrumen valid dan reliabel).
4. Model yang dianalisis diidentifikasi dengan benar berdasarkan teori-teori dan konsep-konsep yang relevan.

2.10. Asumsi Normalitas

Menurut Gujarati (2004), salah satu asumsi yang mendasari analisis jalur adalah asumsi normalitas residual. Model yang baik memiliki residual yang berdistribusi normal dengan rata-rata 0 dan ragam konstan σ^2 yang dapat dituliskan dengan $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$. Uji normalitas dapat dilakukan dengan berbagai cara salah satunya adalah uji *Kolmogorov-Smirnov*. Menurut Siegel (1986), uji *Kolmogorov Smirnov* didasarkan pada nilai deviasi maksimum (D) yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.18). Berikut adalah hipotesis dari Uji *Kolmogorov-Smirnov*:

H_0 : residual mengikuti distribusi normal, vs

H_1 : residual tidak mengikuti distribusi normal.

Statistik Uji *Kolmogorov-Smirnov* ditulis pada persamaan (2.18).

$$D_n = \max\left|F_n(\mathrm{x}) - F_0(x)\right| \tag{2.19}$$

di mana:

D_n : nilai deviasi maksimum antara $F_n(\mathrm{x})$ dan $F_0(x)$

$F_n(\mathrm{x})$: fungsi peluang kumulatif pengamatan

$F_0(x)$: fungsi peluang kumulatif distribusi normal.

Kaidah pengambilan keputusan adalah apabila nilai $D_n < D_{tabel}$ maka diputuskan untuk terima H_0 atau membandingkan p_{value} dengan α. Apabila nilai $p_{value} > \alpha$ maka terima H_0 serta dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas terpenuhi.

2.11. *Resampling*

Menurut Fernandes, dkk. (2015), *resampling* merupakan proses pengambilan sampel ulang dari sampel yang telah ada sehingga didapatkan sampel baru. Sampel baru tersebut diperoleh dari sampel asli berukuran n yang diambil secara acak baik dengan pengembalian maupun tanpa pengembalian. Metode *resampling* dapat diterapkan sebagai alternatif apabila jumlah pengamatan tidak memenuhi kebutuhan penelitian yang dapat menyebabkan pendugaan parameter menjadi tidak tepat Selain itu, penerapan metode resampling memungkinkan berlakunya data terbebas dari asumsi atau dengan kata lain tidak memerlukan asumsi normalitas (Solimun *et al*., 2017).

Resampling digunakan dalam pengujian hipotesis, namun demikian *resampling* dapat digunakan untuk memunculkan semua kombinasi yang mungkin. Hal ini tentunya cukup memakan waktu, sehingga diperlukan adanya komputasi (Yu, 2003).

2.11.1. *Resampling Bootstrap*

Menurut Efron dan Tibshirani (1993) metode *bootstrap* dilakukan dengan suatu *resampling* atau pengambilan data sampel yang dilakukan secara berulang-ulang, sehingga akan diketahui berapa besar tingkat kesalahannya. Sampel baru tersebut diperoleh dari sampel asli berukuran *n* yang diambil secara acak dengan pengembalian.

Metode *bootstrap* juga dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan dalam statistika baik masalah data yang sedikit, data yang menyimpang dari asumsinya maupun data yang tidak memiliki asumsi dalam distribusinya.

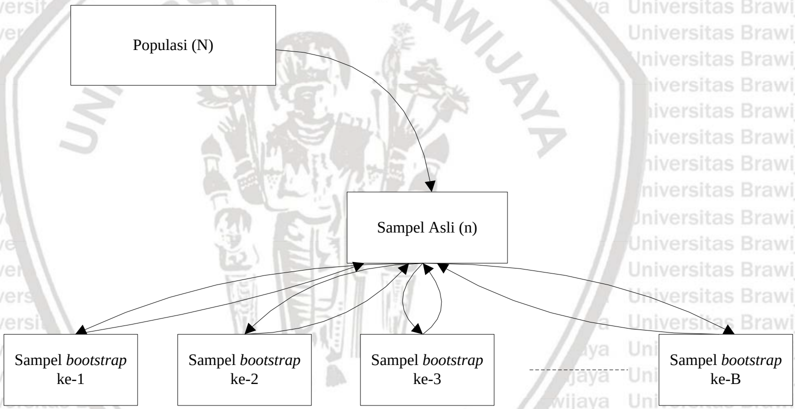
Misalkan akan diambil lima sampel pada variabel X yaitu $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7\}$. Berikut adalah proses pengambilan sampel pada metode *resampling Bootstrap*:

a. Pengambilan pertama $x_1^* = \{x_1, x_5, x_1, x_7, x_2\}$

b. Pengambilan kedua $x_2^* = \{x_6, x_2, x_3, x_1, x_5\}$

Berdasarkan proses tersebut dapat diketahui bahwa pada setiap sampel *Bootstrap* dapat terambil sampel yang sama dari sampel asli.

Gambaran proses *resampling* dengan teknik *bootstrap* secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Proses *Resampling Bootstrap*

Langkah-langkah metode *bootstrap* untuk menduga *standard error* adalah sebagai berikut (Efron dan Tibshirani, 1993).

1. Menentukan banyaknya B sebagai besaran *resampling* sehingga diperoleh sampel *bootstrap* $x_1^*, x_2^*, \ldots, x_B^*$ yang diperoleh dari pengambilan secara acak dan dengan pengembalian sebanyak n elemen dari sampel data asli.

   Sampel *bootstrap* yang diambil dari sampel data asli dapat dituliskan dalam notasi matriks $\underset{\sim}{Z}_Y^*(b) = \underset{\sim}{Z}_X^*(b)\underset{\sim}{\beta}^*(b) + \underset{\sim}{\varepsilon}^*(b)$, di mana $\underset{\sim}{Z}^*_Y(b), \underset{\sim}{Z}^*_X(b), \underset{\sim}{\beta}^*(b), \underset{\sim}{\varepsilon}^*(b)$ merupakan data set hasil pengambilan ulang ke-b dari $\underset{\sim}{Z}_Y, \underset{\sim}{Z}_X, \underset{\sim}{\beta}, \underset{\sim}{\varepsilon}$.

$$Z^*_{Y_{1i}}(b) = \beta^*_{111}(b) Z^*_{X_i} + \beta^*_{211}(b) Z^*_{X_i^2} + \varepsilon^*_{1i}(b)$$

$$Z^*_{Y_{2i}}(b) = \beta^*_{112}(b) Z^*_{X_i} + \beta^*_{212}(b) Z^*_{X_i^2} + \beta^*_{122} Z^*_{Y_{1i}}(b) + \beta^*_{222}(b) Z^*_{Y_{1i}^2} + \varepsilon^*_{2i}(b)$$

(2.20)

$$\begin{bmatrix} Z^*_{Y_{11}}(b) \\ Z^*_{Y_{12}}(b) \\ Z^*_{Y_{13}}(b) \\ \vdots \\ Z^*_{Y_{1n}}(b) \\ Z^*_{Y_{21}}(b) \\ Z^*_{Y_{22}}(b) \\ Z^*_{Y_{23}}(b) \\ \vdots \\ Z^*_{Y_{2n}}(b) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underset{\sim}{X}_{Z^*_{XX^2}(b)} & \underset{\sim}{0}_{n\times 4} \\ \underset{\sim}{0}_{n\times 2} & \underset{\sim}{X}_{Z^*_{XX^2YY^2}(b)} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta^*_{111}(b) \\ \beta^*_{211}(b) \\ \beta^*_{112}(b) \\ \beta^*_{212}(b) \\ \beta^*_{122}(b) \\ \beta^*_{222}(b) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon^*_{11}(b) \\ \varepsilon^*_{12}(b) \\ \varepsilon^*_{13}(b) \\ \vdots \\ \varepsilon^*_{1n}(b) \\ \varepsilon^*_{21}(b) \\ \varepsilon^*_{22}(b) \\ \varepsilon^*_{23}(b) \\ \vdots \\ \varepsilon^*_{2n}(b) \end{bmatrix}$$

dengan:

$$\underset{\sim}{X}_{Z^*_{XX^2}(b)} = \begin{bmatrix} Z^*_{X_1}(b) & Z^{2*}_{X_1}(b) \\ Z^*_{X_2}(b) & Z^{2*}_{X_2}(b) \\ Z^*_{X_3}(b) & Z^{2*}_{X_3}(b) \\ \vdots & \vdots \\ Z^*_{X_n}(b) & Z^{2*}_{X_1}(b) \end{bmatrix}; \underset{\sim}{X}_{Z^*_{XX^2YY^2}(b)} = \begin{bmatrix} Z^*_{X_1}(b) & Z^{2*}_{X_1}(b) & Z^*_{Y_{11}}(b) & Z^{2*}_{Y_{11}}(b) \\ Z^*_{X_2}(b) & Z^{2*}_{X_2}(b) & Z^*_{Y_{12}}(b) & Z^{2*}_{Y_{12}}(b) \\ Z^*_{X_3}(b) & Z^{2*}_{X_3}(b) & Z^*_{Y_{13}}(b) & Z^{2*}_{Y_{13}}(b) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ Z^*_{X_n}(b) & Z^{2*}_{X_n}(b) & Z^*_{Y_{14}}(b) & Z^{2*}_{Y_{1n}}(b) \end{bmatrix}$$

di mana :

$Z^*_{Y_{hi}}(b)$: Variabel endogen ke $-h$, pengamatan ke $-i$ setelah dilakukan standarisasi ($h = 1, 2$; $i = 1, 2, 3, \ldots, n$);

$Z^{2*}_{Y_{hi}}(b)$: Variabel endogen pangkat 2 (kuadrat) ke $-h$, pengamatan ke $-i$ setelah dilakukan standarisasi;

$Z^*_{X_i}(b)$: Variabel eksogen pengamatan ke $-i$ setelah dilakukan standarisasi;

$Z^{2*}_{X_i}(b)$: Variabel eksogen pangkat 2 (kuadrat) pengamatan ke-i;

n : Banyaknya pengamatan;

q : Banyaknya variabel eksogen;

$\beta^*_{jgh}(b)$: Koefisien ke $-\ j$ pengaruh variabel eksogen ke $-\ g$ terhadap endogen ke $-\ h$ ($j=1,2$; $g=1,2$);

$\varepsilon^*_{hi}(b)$: *Random error* variabel endogen ke $-h$, pengamatan ke $-\ i$.

2. Pada sampel *bootstrap* $(x_1^*, x_2^*, \ldots, x_B^*)$, dilakukan pendugaan parameter menggunakan metode OLS seperti pada rumus (2.16). Kemudian didapatkan penduga parameter pada proses *bootstrap* yaitu $\hat{\underset{\sim}{\beta}}*(b)$ sebanyak B.

$$\hat{\underset{\sim}{\beta}}^*(b) = \left(\underset{\sim}{Z}_X^*(b)'\underset{\sim}{Z}_X^*(b)\right)^{-1} \underset{\sim}{Z}_X^*(b)^{\mathrm{T}} \underset{\sim}{Z}_Y^*(b) \qquad (2.21)$$

3. Menghitung rata-rata penduga parameter proses *bootstrap* dari rumus (2.22) seperti berikut.

$$\hat{\underset{\sim}{\beta}}*(.) = \sum_{b=1}^{B} \frac{\hat{\underset{\sim}{\beta}}*(b)}{B} \qquad (2.22)$$

Keterangan

$\hat{\underset{\sim}{\beta}}*(b)$: penduga parameter pada proses *bootstrap* ke-b

$\hat{\underset{\sim}{\beta}}*(.)$: rata-rata penduga parameter proses *bootstrap*

B : besaran *resampling*

4. Mengestimasi *standard error* dengan menggunakan standar deviasi untuk *bootstrap* yang direplikasi sebanyak B kali.

$$\widehat{se}_B = \sqrt{\frac{\sum_{b=1}^{B}\left[\hat{\underset{\sim}{\beta}}*(b) - \hat{\underset{\sim}{\beta}}*(.)\right]^2}{(B-1)}} \qquad (2.23)$$

Keterangan :

$\widehat{se}_B$: *standard error bootstrap*

$\hat{\underset{\sim}{\beta}}*(b)$: penduga parameter pada proses *bootstrap* ke-b

$\hat{\underset{\sim}{\beta}}*(.)$: rata-rata penduga parameter proses *bootstrap*

B : besaran *resampling*

2.11. Pengujian Hipotesis

Penelitian ini menggunakan statistik uji berupa uji t untuk menguji hipotesis. Uji t digunakan untuk mengetahui adanya pengaruh variabel eksogen terhadap variabel endogen maupun pengaruh variabel endogen terhadap variabel endogen lainnya. Pengujian hipotesis dengan statistik uji t dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$t_i = \frac{\hat{\beta}_i}{\widehat{se}(\hat{\beta}_i)} ;\ i = 1, 2, ..., \mathrm{k} \tag{2.24}$$

Hipotesis yang digunakan untuk pengujian hipotesis untuk statistik uji pada rumus (2.24) adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

Selanjutnya hasil statistik uji t dibandingkan dengan t tabel. Jika statistik uji t lebih besar dari t tabel maka H_0 ditolak sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh signifikan antar variabel pada analisis jalur dan sebaliknya.

(*halaman ini sengaja dikosongkan*)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data hasil simulasi. Data simulasi yang digunakan dirancang dengan kondisi sebagai berikut.

1) Data *cross-section* dengan 3 variabel, yaitu satu variabel eksogen, satu variabel endogen mediasi, dan satu variabel endogen murni.
2) Variabel eksogen ditetapkan dengan standarisasi $\bar{x} \pm 2s$ dengan $\bar{x} = 0$ dan $s = 1$. Jarak antar pengamatan pada variabel eksogen dibuat sama.
3) Dalam penelitian ini akan digunakan residual dari data bangkitan dengan mengikuti distribusi *Weibull* dengan parameter $\alpha = 0,05$ dan $\beta = 1$. Distribusi *Weibull* mewakili kondisi saat asumsi normalitas residual tidak terpenuhi.
4) *Software* yang digunakan pada penelitian ini adalah *software* R.

3.2. Metode Penelitian

Terdapat dua tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu membangkitkan data simulasi dan melakukan *resampling* bootstrap pada analisis jalur untuk data simulasi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *software R. Studio*.

3.2.1. Membangkitkan Data Simulasi

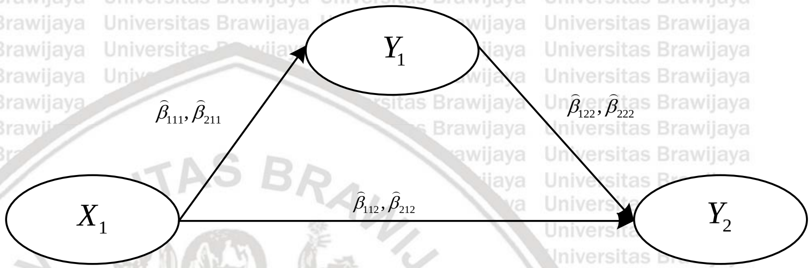
Berikut ini adalah langkah-langkah penelitian yang dilakukan untuk membentuk data simulasi.

1) Membuat diagram jalur

Diagram jalur menggambarkan hubungan kausalitas antar variabel. Dalam penelitian ini, digunakan diagram jalur kuadratik sederhana seperti pada Gambar 3.1, selanjutnya dibentuk sistem persamaan yang sesuai diagram jalur tersebut menggunakan variabel yang sudah distandarisasi seperti pada persamaan (2.8). Fungsi kuadratik pada persamaan mengacu pada kasus pendahuluan penelitian Setiani (2017) dengan satu variabel eksogen dan satu variabel endogen dikarenakan analisis yang digunakan adalah analisis regresi kuadratik, sedangkan pada penelitian ini digunakan satu variabel eksogen, satu variabel endogen mediasi, dan satu variabel endogen murni karena analisis yang digunakan yaitu analisis jalur kuadratik.

Dalam dua persamaan (2.8) tersebut, terdapat enam parameter jalur yang harus diduga, yaitu:

$$\underset{\sim}{\hat{\beta}} = \left(\hat{\beta}_{111} \quad \hat{\beta}_{211} \quad \hat{\beta}_{112} \quad \hat{\beta}_{212} \quad \hat{\beta}_{122} \quad \hat{\beta}_{222} \right)$$



Gambar 3.1. Diagram Jalur Kuadratik Sederhana

di mana:

Hubungan antar Variabel	Penduga Parameter
X_1 dengan Y_1	$\hat{\beta}_{111}$
X_1^2 dengan Y_1	$\hat{\beta}_{211}$
X_1 dengan Y_2	$\hat{\beta}_{112}$
X_1^2 dengan Y_2	$\hat{\beta}_{212}$
Y_1 dengan Y_2	$\hat{\beta}_{122}$
Y_1^2 dengan Y_2	$\hat{\beta}_{222}$

2) Menetapkan data untuk variabel eksogen

Variabel eksogen ditetapkan dengan standarisasi, dimana $\bar{x} = 0$ dan $s = 1$. Ukuran sampel (n) yang digunakan sebesar 25.

3) Membuat nilai parameter jalur dari data bangkitan

Berdasarkan standarisasi jalur pada variabel eksogen, nilai parameter jalur yang digunakan sebagai parameter adalah bangkitan data *uniform*. Bangkitan penduga parameter ini dibangkitkan dalam dua data *uniform* yaitu untuk penduga parameter pada variabel linier $(\beta_{111},\beta_{112},\beta_{122})$ bernilai positif dengan rentang $0,1-0,9$, sedangkan penduga parameter pada variabel kuadratik $(\beta_{211},\beta_{212},\beta_{222})$ bernilai negatif dengan rentang (-0,9) – (-0,1).

4) Membangkitkan nilai residual

Dalam penelitian ini, residual yang digunakan mengikuti distribusi *weibull* dengan parameter α sebesar 0,05 dan β sebesar 1 untuk mewakili kondisi normalitas sisaan tidak terpenuhi.

5) Menghitung variabel endogen mediasi dan endogen murni

Variabel endogen mediasi Y_{1i} dan endogen murni Y_{2i} dihitung berdasarkan sistem persamaan jalur yang telah dibentuk pada persamaan (2.7).

6) Membentuk data simulasi

Data simulasi didapatkan dengan cara menggabungkan data bangkitan fungsi kuadrat yang telah diperoleh.

7) Pemeriksaan Asumsi

Pemeriksaan asumsi dilakukan pada data hasil simulasi sesuai dengan asumsi pada subbab (2.9).

3.2.2. Proses *Resampling*

Secara ringkas, langkah-langkah membentuk data simulasi disajikan dalam Gambar 3.2. Sementara itu, langkah-langkah *resampling* dengan metode *bootstrap* pada analisis jalur untuk data simulasi dalam Gambar 3.2. Lanjutan.

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan *resampling* dengan metode *bootstrap* pada data simulasi.

1) Penarikan sampel berulang

Penarikan sampel berulang (*resampling*) dilakukan pada metode *bootstrap* dengan besaran *resampling* (B) yang digunakan, yaitu 1000. Dari pengambilan ulang sebanyak 1000 kali, maka diperoleh 1000 set sampel yang mana setiap set sampel berukuran sama dengan sampel asli (n=25). Proses penarikan sampel secara berulang dengan metode *bootstrap* ini sesuai dengan penjelasan pada sub bab 2.11.1.

2) Pendugaan parameter jalur pada setiap sampel

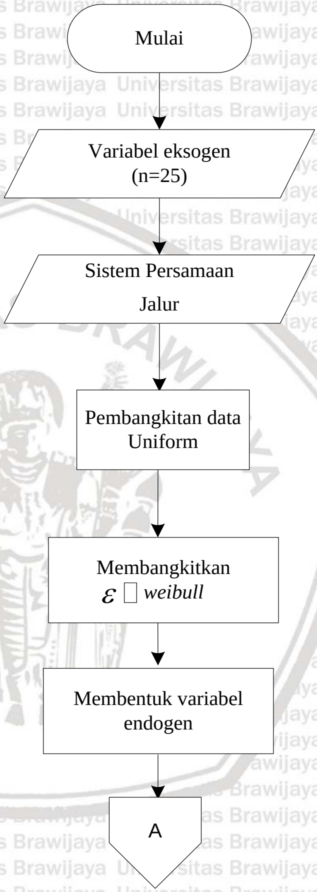
Pendugaan parameter jalur dilakukan pada *B* set sampel. Dengan demikian, proses ini akan menghasilkan parameter jalur $\hat{\underset{\sim}{\beta}}*(b)=\left(\hat{\beta}^{*}_{111}(\mathrm{b}) \quad \hat{\beta}^{*}_{211}(\mathrm{b}) \quad \hat{\beta}^{*}_{112}(\mathrm{b}) \quad \hat{\beta}^{*}_{212}(\mathrm{b}) \quad \hat{\beta}^{*}_{122}(\mathrm{b}) \quad \hat{\beta}^{*}_{222}(\mathrm{b})\right)$ untuk masing-masing *B* dari persamaan (2.21). Kemudian dilakukan pemeriksaan asumsi normalitas pada sisaan model jalur kuadratik menggunakan uji *Kolmogorov-smirnov* pada data simulasi hasil *resampling bootstrap*. Setelah itu, hitung rata-rata dari parameter jalur untuk semua *B* menggunakan rumus pada persamaan (2.22), sehingga didapatkan parameter jalur baru hasil *resampling* $\hat{\underset{\sim}{\beta}}*=\left(\hat{\beta}^{*}_{111}(.) \quad \hat{\beta}^{*}_{211}(.) \quad \hat{\beta}^{*}_{112}(.) \quad \hat{\beta}^{*}_{212}(.) \quad \hat{\beta}^{*}_{122}(.) \quad \hat{\beta}^{*}_{222}(.)\right)$.

3) Pengujian hipotesis

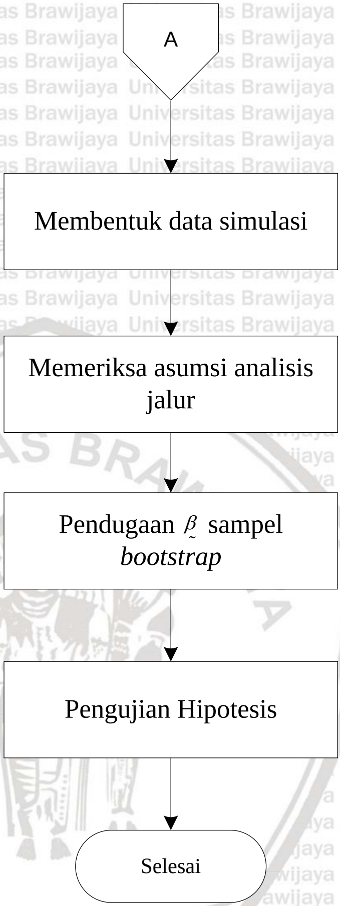
Pengujian hipotesis parameter jalur metode *bootstrap* yang dilakukan berdasarkan persamaan (2.24) dan nilai *standard error* yang dihasilkan dari proses *resampling* dengan rumus pada persamaan (2.23).

3.3. Diagram Alir

Berikut merupakan diagram alir penelitian untuk membentuk data simulasi.



Gambar 3.2. Diagram Alir



Gambar 3.2. Lanjutan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemeriksaan Asumsi pada Analisis Jalur

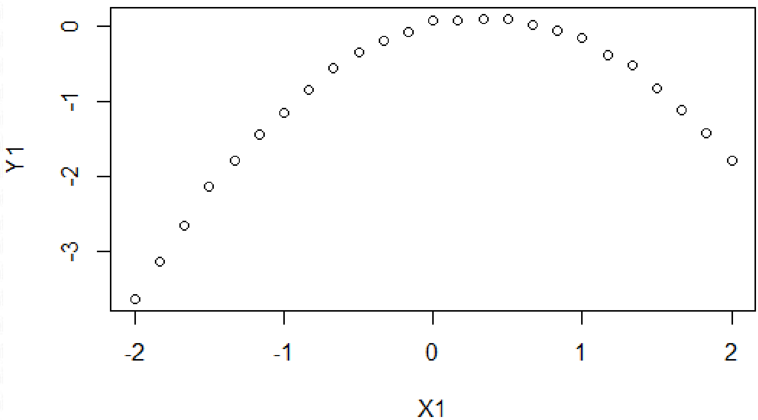
Berdasarkan data yang telah dibangkitkan menggunakan *software* *R* dan tercantum pada lampiran 5, didapatkan persamaan sebagai berikut.

$$Z_{Y_{1i}} = 0,3156 Z_{X_i} - 0,5041 Z_{X_i^2} + \varepsilon_{1i}$$
$$Z_{Y_{2i}} = 0,7718 Z_{X_i} - 0,5592 Z_{X_i^2} + 0,6960 Z_{Y_{1i}} - 0,6673 Z_{Y_{1i}^2} + \varepsilon_{2i} \quad (4.1)$$

Dari data yang telah dibangkitkan, dilakukan pemeriksaan asumsi pada analisis jalur kuadratik sederhana pada data simulasi:

1. Hubungan antar variabel adalah linier dan aditif

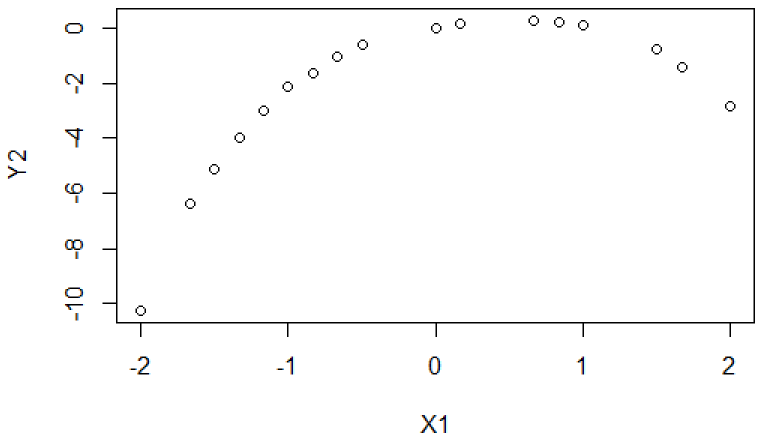
   Dalam penelitian ini analisis jalur yang digunakan dalam penelitian merupakan analisis jalur kuadratik, terbukti pada kurva yang terbentuk dari hubungan antar variabel pada persamaan pertama pada persamaan (4.1), yang terdiri dari dua penduga parameter yaitu $\beta_{111} = 0,3156$ dan $\beta_{211} = -0,5041$.



Gambar 4.1. Plot X_1 dan Y_1 Data Simulasi

Dari Gambar 4.1. di atas terlihat bahwa setiap peningkatan variabel X_1 akan meningkatkan variabel Y_1 hingga mencapai titik puncak kemudian setiap peningkatan variabel X_1 justru akan menurunkan variabel Y_1. Dari kurva yang memiliki titik puncak maksimum di atas, dapat diketahui bahwa hubungan variabel X_1 dan variabel Y_1 merupakan pola hubungan yang kuadratik.

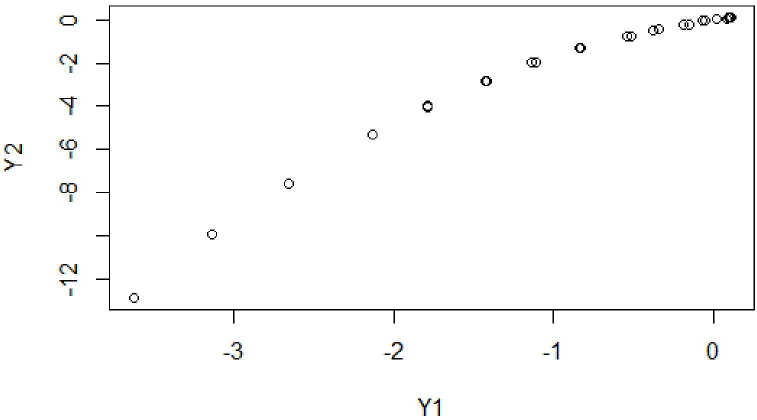
Kemudian pada Gambar (4.2) di bawah ini merupakan plot hubungan antara dua variabel yang terlihat pada persamaan kedua pada persamaan (4.1). Hubungan antar kedua variabel terdiri dari dua penduga parameter, yaitu $\beta_{112} = 0{,}7718$ dan $\beta_{212} = -0{,}5592$.



Gambar 4.2. Plot X_1 dan Y_2 Data Simulasi

Plot kedua variabel pada gambar 4.2. menunjukkan bahwa setiap peningkatan variabel Y_1 akan meningkatkan variabel Y_{2i} hingga mencapai titik puncak maksimal kemudian setiap peningkatan variabel Y_1 justru akan menurunkan variabel Y_2. Dari kurva yang memiliki titik puncak maksimum di atas, dapat diketahui bahwa hubungan variabel Y_1 dan variabel Y_2 juga membentuk pola hubungan yang kuadratik.

Kemudian pada plot hubungan antara variabel pada Gambar 4.3. terdapat dua penduga parameter yaitu $\beta_{122} = 0{,}6960$ dan $\beta_{222} = -0{,}6673$.



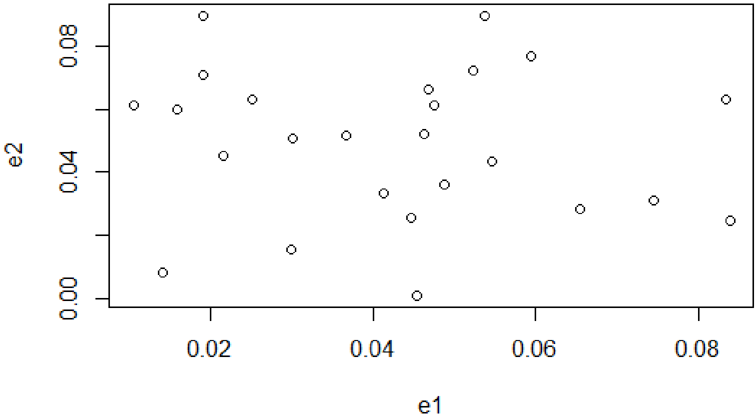
Gambar 4.3. Plot Y_1 dan Y_2 Data Simulasi

Dari gambar 4.3. tersebut dapat diketahui bahwa setiap peningkatan pada variabel Y_1 juga memengaruhi peningkatan pada variabel Y_2, sehingga dapat dilihat pula dari kurva bahwa hubungan kedua variabel tersebut membentuk pola hubungan linier .

Analisis jalur kuadratik yang saya gunakan merupakan persamaan aditif, hal ini terlihat dari persamaan yang terbentuk pada persamaan (4.1).

2. Model analisis jalur memenuhi model rekursif, yaitu hanya sistem aliran *causal* ke satu arah pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1. Berdasarkan persamaan (2.8), dilakukan pengujian asumsi-asumsi sebagai berikut.

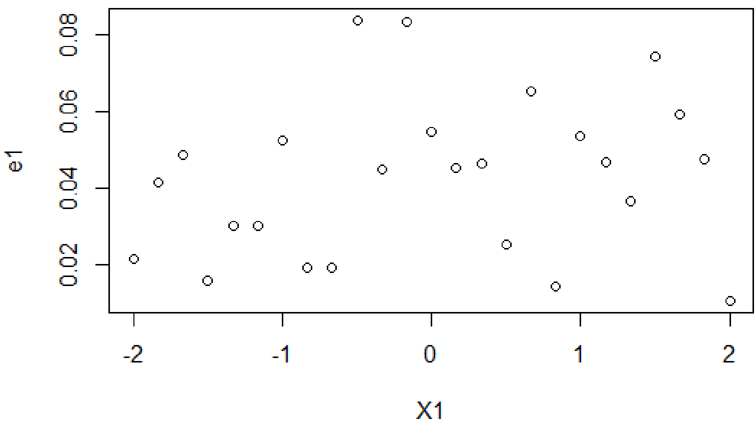
a. Antar ε_i saling bebas



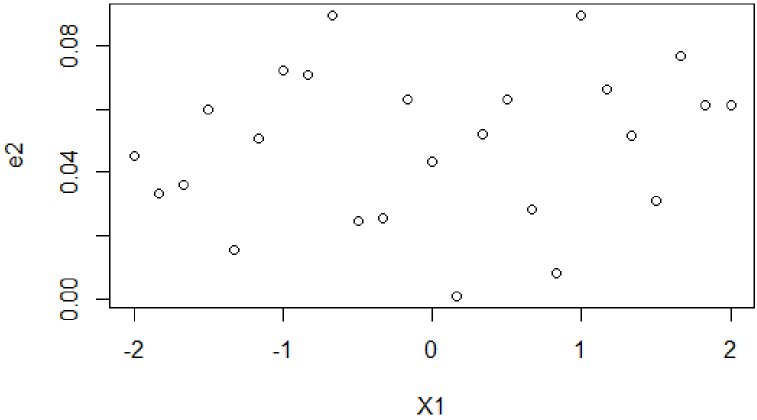
Gambar 4.4. Plot antara ε_1 dan ε_2

Terlihat pada Gambar 4.1. Plot antara ε_1 dan ε_2 tidak membentuk pola menunjukkan bahwa tidak terdapat korelasi. Sehingga analisis jalur yang digunakan telah terbebas dari asumsi antar ε_i saling bebas atau disebut pula non autokorelasi.

b. Antar ε_i dengan variabel eksogen saling bebas.



Gambar 4.5. Plot antara X_1 dan ε_1



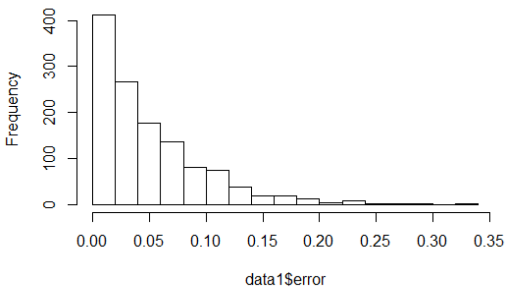
Gambar 4.6. Plot antara X_1 dan ε_2

Terlihat dari gambar 4.5. dan 4.6. plot antara peubah eksogen X_1 dan ε_i tidak membentuk sebuah pola, sehingga dapat disimpulkan bahwa antara peubah eksogen dan ε_i tidak saling berkorelasi atau dapat dikatakan non multikolinieritas telah terpenuhi.

3. Variabel endogen memiliki skala ukur minimal interval.
   Pada penelitian ini variabel endogen yang digunakan telah memenuhi skala ukur minimal interval.
4. Variabel diukur tanpa kesalahan (instrumen valid dan reliabel).
   Pada penelitian ini data yang digunakan merupakan data simulasi, sehingga tidak diperlukan pemeriksaan validitas dan reliabilitas.
5. Model yang dianalisis diidentifikasi dengan benar berdasarkan teori-teori dan konsep-konsep yang relevan.
   Model yang dianalisis merupakan model hasil dari variabel-variabel yang telah dibangkitkan, sehingga mengacu dari kasus pendahuluan.
6. Pengujian asumsi normalitas sisaan
   Pengujian asumsi normalitas sisaan merujuk pada persamaan (2.19) dan dilakukan terhadap sisaan yang dihasilkan oleh model jalur pada persamaan (4.1). Pengujian dilakukan dengan bantuan *software R* dan hasil pengujian tercantum

pada Lampiran 6. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa *p-value* dari uji normalitas sisaan menggunakan uji *Kolmogorov- Smirnov* pada persamaan (4.1) sebesar < 2.2e-16. Nilai tersebut kurang dari $\alpha = 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa sisaan tidak berdistribusi normal.

Selain itu, distribusi sisaan dapat dilihat pada histogram sisaan pada Gambar 4.7. berikut.



Gambar 4.7. Histogram Sisaan Data Simulasi

Dari Gambar 4.7 tersebut, terlihat bahwa sebaran data menjulur ke kanan, sehingga dapat dikatakan bahwa sisaan tidak mengikuti sebaran normal.

4.2. Pendugaan Parameter Analisis Jalur *Resampling Bootstrap*.

Resampling dilakukan terhadap hasil simulasi parameter analisis jalur kuadratik dengan besaran *resampling* sebesar 1000, sehingga diperoleh 1000 sampel berukuran 25 observasi. Setiap set sampel hasil *resampling bootstrap* dilakukan pendugaan parameter jalur dengan OLS, sehingga didapatkan penduga parameter sebagai berikut.

Tabel 4.1. Hasil Pendugaan Parameter Jalur *Bootstrap*

Variabel	Notasi Penduga Parameter *Bootstrap*	Penduga Parameter Jalur *Bootstrap*
$X_1 \rightarrow Y_1$	$\hat{\beta}^*_{111}(.)$	0,3139
$X_1^2 \rightarrow Y_1$	$\hat{\beta}^*_{211}(.)$	-0,4852
$X_1 \rightarrow Y_2$	$\hat{\beta}^*_{112}(.)$	0,7461
$X_1^2 \rightarrow Y_2$	$\hat{\beta}^*_{212}(.)$	-0,5255
$Y_1 \rightarrow Y_2$	$\hat{\beta}^*_{122}(.)$	0,6810
$Y_1^2 \rightarrow Y_2$	$\hat{\beta}^*_{222}(.)$	-0,6913

Dari hasil pendugaan parameter jalur kuadratik hasil *resampling bootstrap* pada Tabel 4.1. didapatkan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Z^*_{\hat{Y}_{1i}}(b) &= 0,3139Z^*_{X_i}(b) - 0,4852Z^*_{X_i^2}(b) \\ Z^*_{\hat{Y}_{2i}}(b) &= 0,7461Z^*_{X_i}(b) - 0,5255Z^*_{X_i^2}(b) + 0,681Z^*_{Y_{1i}}(b) - 0,6932Z^*_{Y_{2i}}(b) \end{aligned} \quad (4.3)$$

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis penduga parameter menggunakan uji *t*, dilakukan pengujian asumsi normalitas pada sisaan yang dihasilkan pada persaman (4.3).

Hasil pengujian dengan bantuan *software R* tercantum pada Lampiran 7. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa *p-value* dari uji normalitas sisaan menggunakan uji *Kolmogorov-smirnov* pada persamaan (4.3) sebesar 0,2884 dan 0,116. Nilai-nilai tersebut lebih dari $\alpha = 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa sisaan mengikuti distribusi normal.

Setelah diketahui bahwa sisaan berdistribusi normal, maka dilakukan pengujian hipotesis menggunakan uji *t* untuk mengetahui pengaruh signifikan antar variabel pada analisis jalur kuadratik.

4.4. Pengujian Hipotesis Penduga Parameter Analisis Jalur Kuadratik dengan *Resampling Bootstrap*.

Pengujian hipotesis penduga parameter analisis jalur kuadratik menggunakan hipotesis statistik sebagai berikut.

$H_0 : \widehat{\beta}^*_{jgh}(.) = 0$

$H_1 : \widehat{\beta}^*_{jgh}(.) \neq 0$

Statistik uji t yang digunakan dalam pengujian hipotesis penduga parameter analisis jalur kuadratik dengan rumus sebagai berikut.

$$t_{jgh} = \frac{\widehat{\beta}^*_{jgh}(.)}{\widehat{se}(\widehat{\beta}^*_{jgh})} \tag{4.2}$$

di mana:

j = 1,2

g = 1,2

h = 1,2

Dengan nilai $\widehat{\beta}^*_{jgh}(.)$ yang didapatkan pada persamaan (2.22) dan $\widehat{se}(\widehat{\beta}^*_{jgh})$ pada persamaan (2.23).

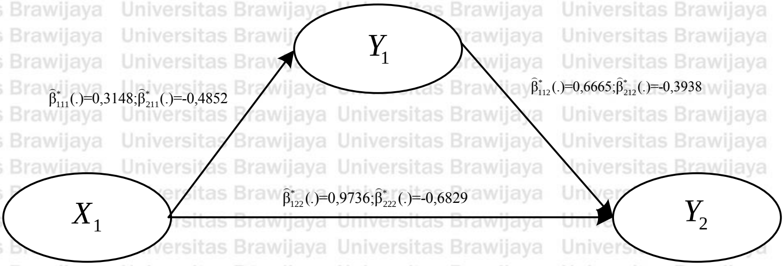
Selanjutnya hasil statistik uji t dibandingkan dengan t tabel. Jika statistik uji t lebih besar dari t tabel maka H_0 ditolak, atau membandingkan *p-value* dengan α . Jika $p - value < \alpha$ maka terima H_0 sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh signifikan antar variabel pada analisis jalur dan sebaliknya.

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Hipotesis Analisis Jalur Kuadratik dengan B=1000

Variabel	Notasi Parameter Jalur Bangkitan	Parameter Jalur Bangkitan	Notasi Penduga Parameter *Bootstrap*	Penduga Parameter Jalur *Bootstrap*	*Standard Error Bootstrap*	*P-value Bootstrap*
$X_1 \rightarrow Y_1$	β_{111}	0,3156	$\hat{\beta}^*_{111}(.)$	0,3139	0,0090	0,000
$X_1^2 \rightarrow Y_1$	β_{211}	-0,5041	$\hat{\beta}^*_{211}(.)$	-0,4852	0,0054	0,000
$X_1 \rightarrow Y_2$	β_{112}	0,7718	$\hat{\beta}^*_{112}(.)$	0,7461	0,0233	0,000
$X_1^2 \rightarrow Y_2$	β_{212}	-0,5592	$\hat{\beta}^*_{212}(.)$	-0,5255	0,0339	0,000
$Y_1 \rightarrow Y_2$	β_{122}	0,6960	$\hat{\beta}^*_{122}(.)$	0,6810	0,0868	0,000
$Y_1^2 \rightarrow Y_2$	β_{222}	-0,6673	$\hat{\beta}^*_{222}(.)$	-0,6913	0,0218	0,000

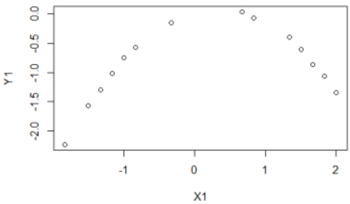
Berdasarkan Tabel 4.2. dapat disimpulkan bahwa bahwa *p-value* untuk parameter jalur X_1 terhadap Y_1, X_1^2 terhadap Y_1, X_1 terhadap Y_2, X_1^2 terhadap Y_2, dengan metode *bootstrap* lebih kecil dibandingkan taraf nyata sehingga H_0 ditolak atau dengan kata lain dapat disimpulkan bahwa X_1 berpengaruh signifikan terhadap Y_1, X_1^2 berpengaruh signifikan terhadap Y_1, X_1 berpengaruh signifikan terhadap Y_2, X_1^2 berpengaruh signifikan terhadap Y_2, Y_1 berpengaruh signifikan terhadap Y_2.

Dari penjelasan di atas, dapat diketahui bahwa semua variabel memiliki hubungan yang signifikan, sehingga dapat digambarkan pada diagram jalur kuadratik berikut.

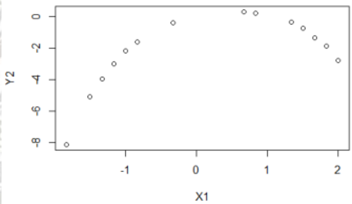


Gambar 4.8. Diagram Jalur kuadratik hasil *resampling bootstrap*

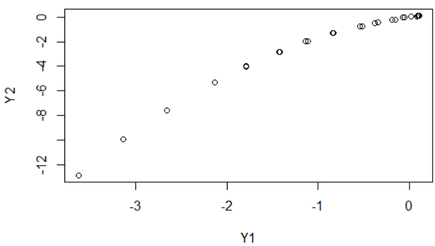
Hubungan kuadratik antar variabel hasil *resampling bootstrap* dapat dijelaskan melalui kurva pada Gambar 4.9 berikut.



a) Plot X_1 dan Y_1



b) Plot X_1 dan Y_2



c) Plot Y_1 dan Y_2

Gambar 4.9. Kurva Hubungan Antar Variabel

Dari Gambar 4.9. a) menunjukkan bahwa tingginya variabel X_1 akan meningkatkan variabel Y_1, namun pada titik optimum sebesar

(0,167; 0,151), variabel Y_1 dapat menurun dengan anggapan bahwa variabel yang lain tetap. Selain itu, pada Gambar 4.9 b) menunjukkan bahwa tingginya variabel X_1 akan meningkatkan variabel Y_2, namun pada titik optimum (0,667; 0,298) justru Y_2 akan menurun dengan anggapan bahwa variabel yang lain tetap. Gambar 4.9 c) menunjukkan setiap kenaikan satu satuan variabel Y_1 akan meningkatkan variabel Y_2.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V
PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pendugaan parameter pada analisis jalur kuadratik *resampling bootstrap* didapatkan model kuadratik yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan variabel X_1 akan meningkatkan variabel Y_1, namun pada titik puncak sebesar (0,167; 0,151), variabel Y_1 dapat menurun dengan anggapan bahwa variabel yang lain tetap. Selain itu setiap kenaikan variabel X_1 akan meningkatkan variabel Y_2, namun pada titik puncak (0,667; 0,298) justru Y_2 akan menurun dengan anggapan bahwa variabel yang lain tetap. Berdasarkan hasil pengujian asumsi normalitas sisaan menggunakan *Kolmogorov smirnov*, nilai-p yang dihasilkan sebesar 0,2884 dan 0,116. Nilai-nilai tersebut lebih dari $\alpha = 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa sisaan mengikuti distribusi normal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *resampling bootstrap* dapat mengatasi pelanggaran asumsi normalitas sisaan pada analisis jalur kuadratik.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan untuk peneliti selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Pada dunia nyata tidak semua analisis jalur kuadratik memiliki bentuk kurva terbuka ke bawah pada model, maka diharapkan peneliti selanjutnya melakukan *resampling bootstrap* pada analisis jalur kuadratik dengan kurva ke atas.
2. Pengaruh yang digunakan pada penelitian ini telah dianalisis pengaruh langsung, maka untuk peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan *resampling bootstrap* pada pengaruh tidak langsung dan pengaruh total analisis jalur kuadratik.

(*halaman ini sengaja dikosongkan*)

DAFTAR PUSTAKA

Dillon, W,R, and M, Goldstein, 1984, *Multivariate Analysis Methods and Applications*, John Willey & Sons Inc, New York.

Drapper, N, Smith, H, 1992, *Analisis Regresi Terapan*, Jakarta: Gramedia Pustaka.

Efron and Tibshirani, 1993, *An Introduction to the Bootstrap*, New York : Chapman and Hall.

Fan, X, and Wang, L, 1996, Comparability of jackknife and Bootstrap results: An investigation for a case of canonical correlation analysis, *Journal of Experimental Education*, 64, 173-189.

Fernandes, A, A, R, Budiantara, I,N,, Otok, B,W, dan Suhartono, 2015, Spline Estimator for Bi-Responses and Multi-Predictors Nonparametric Regression Model in Case of Longitudinal Data, *Journal of Mathematics and Statistics*, Vol 11, No 2, 2015, hal, 61-69.

Ghozali, I. (2006). Aplikasi analisis multivariate dengan program SPSS.

Gujarati, D, 2004, *Basic Econometrics*, Fourth Edition, New York: McGraw Hill,

Li, C, C, 1975, *Path Analysis-a primer*, The Boxwood Press,,

Loehlin, J, C, 2004, *Latent Variable Models: An Intoduction to Factor, Path, and Structural Equation Analysis 4th Edition*, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associate, Inc,

Rutherford, R,D, 1993, *Statistical Model For Causal Analysis*, John Wiley & Sons Inc, New York,

Sarwono, J, 2014, *Path analysis dengan SPSS*, Elex Media Komputindo,

Setiani, W. A, 2017, *Analisis Pengaruh Stres Kerja (Faktor Organisasi) Terhadap Kinerja Karyawan Menggunakan Regresi Non Linier Model Kuadratik (Studi Kasus Karyawan Bagian Penjualan di PT." X" Kota Bandung)*, (Doctoral dissertation, Universitas Kristen Maranatha).

Solimun, 2010, *Analisis Multivariat Pemodelan Struktural*, Malang: CV Citra Malang.

Solimun, A, A, R, Fernandes, dan Nurjannah, 2017, *Metode Statistika Multivariat: Pemodelan Persamaan structural (SEM) perndekatan WarpPLS*, Malang: UB Press.

Sungkono, J, 2015, *Bootstrap Resampling Observasi pada Estimasi Parameter Regresi Menggunakan Software R*, Magistra Progdi Pend, Matematika, FKIP Universitas Widya Dharma Klaten, No, 92 Th, XXV II, ISSN 0215-9511.

Supranto, J, 2015, *Statistik Teori & Aplikasi*, Edisi Kedelapan Jilid Dua, Jakarta: Erlangga.

Wackerly, D,D,, Mendenhall, W,, dan Scheaffer, R,L, 1981, *Mathematical Statistics with Applications*, Second Edition, Boston, Mass: Duxbury Press.

Walpole, R,E, 1993, *Pengantar Statistika Edisi Ketiga*, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama).

Yu, C, H, 2003, *Resampling methods: concepts, applications, and justification, Practical Assessment, Research and Evaluation*, 8(19).

LAMPIRAN

Lampiran 1. *Source Code* untuk Membangkitkan Parameter Jalur dan Residual Menggunakan Bantuan *Software* R.

```
#fungsi untuk membangkitkan beta dan error untuk r perulangan
#fungsi untuk membangkitkan beta dan error untuk r perulangan
#n = ukuran sampel
#r = banyaknya perulangan
#a = batas atas untuk beta ganjil
#b = batas bawah untuk beta ganjil
#c = batas atas untuk beta genap
#d = batas bawah untuk beta genap

rand  = function(r, a, b, c,d){
  id    = matrix(0, r, 1)
  beta  = matrix(0, r, 6)
  e     = matrix(0, r, 2*r)
  for (i in 1:r){
    id[(i-1):r] = 1000
  }

  id = id + matrix(rep(1:r, r),r, 1)
  for (i in 1:r){
    set.seed(id[i])
    for (j in 1:6){
      if (j%%2==1) {beta[,j] = runif(r, b, a)}
      else {beta[,j] = runif(r, d, c)}
    }
    e[i,] = matrix(rweibull (2*r, 1,0.05), 1, 2*r)
  }
  random = list(id = id, beta = beta, error = e)
  print(random)
}
data1 <- rand(25, 0.9, 0.1, -0.1, -0.9)
hist(data1$error)

for (i in 1:r){
 X1  = seq(-2, 2, length = n)
 Y1  = matrix(0, n, 1)
 X12 = matrix(0, n, 1)
 Y2  = matrix(0, n, 1)
 Y12 = matrix(0, n, 1)
 X12 = X1**2
 Y12 = Y1**2
 #menghitung output untuk setiap perulangan
  for (j in 1:n){
   Y1[j] = X1[j] * br[i,1] + X12[j] * br[i,2] + er[i,j]
   Y12[j] = Y1[j]**2
   Y2[j] = X1[j] * br[i,3] + X12[j] * br[i,4] + Y1[j] * br[i,5] + Y12[j] * br[i,6] + er[i,n+j]
  }
```

(*halaman ini sengaja dikosongkan*)

Lampiran 2. *Source code* untuk *Resampling Bootstrap* pada Analisis Jalur Menggunakan Bantuan *Software* R.

```
#path
data=read.csv("D:/output.csv.",header=T,sep=",")
n=25
X1=matrix(c(rep(0,n)),n,1)
Y1=matrix(c(rep(0,n)),n,1)
Y2=matrix(c(rep(0,n)),n,1)
for (i in 1:n)
{
  X1[i]=data[i,1]
  Y1[i]=data[i,2]
  Y2[i]=data[i,3]
}

#OLS
X12=X1**2
Y12=Y1**2
XX=cbind(X1,X12)
XY1=cbind(X1,X12,Y1,Y12)
M01=matrix(c(rep(0,n*4)),n,4)
M02=matrix(c(rep(0,n*2)),n,2)
XX1=cbind(XX,M01)
XX2=cbind(M02,XY1)
XX12=rbind(XX1,XX2)
y=rbind(Y1,Y2)
Bols=solve(t(XX12)%*%XX12)%*%t(XX12)%*%y
Erols<-y-XX12%*%Bols
Bols

# Bootstrap
B=1000
coef.path=matrix(c(rep(0,6*B)),B,6)
for (k in 1:B)
{
  #bootstrap resampling
  idboot=round(runif(n,1,n),0)
  data1=matrix(c(rep(0,n*3)),n,3)
  for (i in 1:n){
    for (j in 1:3)
    {
      data1[i,j]=data[idboot[i],j]
    }}
```

```
  # Path dalam Bootstrap
  X1=matrix(c(rep(0,n)),n,1)
  Y1=matrix(c(rep(0,n)),n,1)
  Y2=matrix(c(rep(0,n)),n,1)
  for (i in 1:n)
  {
    X1[i]=data1[i,1]
    Y1[i]=data1[i,2]
    Y2[i]=data1[i,3]
  }
  n1=length(X1)
  library(MASS)
  X12=X1**2
  Y12=Y1**2
  X1X2=cbind(X1,X12)
  X1X2Y1=cbind(X1,X12,Y1,Y12)
  M04=matrix(c(rep(0,n1*4)),n1,4)
  M05=matrix(c(rep(0,n1*2)),n1,2)
  XX1=cbind(X1X2,M04)
  XX2=cbind(M05,X1X2Y1)
  XX=rbind(XX1,XX2)
  Y=c(Y1,Y2)
  Bols=ginv(t(XX)%*%XX)%*%(t(XX)%*%Y)
  for (ii in 1:6)
  {
    coef.path[k,ii]=Bols[ii]
  }
}
data1

idboot
# uji hipotesis di bootstrap
B1=matrix(c(rep(0,B)),B,1)
B2=matrix(c(rep(0,B)),B,1)
B3=matrix(c(rep(0,B)),B,1)
B4=matrix(c(rep(0,B)),B,1)
B5=matrix(c(rep(0,B)),B,1)
B6=matrix(c(rep(0,B)),B,1)
for (i in 1:B)
{
  B1[i]=coef.path[i,1]
  B2[i]=coef.path[i,2]
  B3[i]=coef.path[i,3]
  B4[i]=coef.path[i,4]
  B5[i]=coef.path[i,5]
  B6[i]=coef.path[i,6]
}
```

Lampiran 2. Lanjutan

```
B1.mean=mean(B1)
B1.sd=sd(B1)
thit.B1=B1.mean/B1.sd
Pvalue.B1=dt(thit.B1,B)
B1.mean
B1.sd
thit.B1
Pvalue.B1

B2.mean=mean(B2)
B2.sd=sd(B2)
thit.B2=B2.mean/B2.sd
Pvalue.B2=dt(thit.B2,n)
B2.mean
B2.sd
thit.B2
Pvalue.B2

B3.mean=mean(B3)
B3.sd=sd(B3)
thit.B3=B3.mean/B3.sd
Pvalue.B3=dt(thit.B3,n)
B3.mean
B3.sd
thit.B3
Pvalue.B3

B4.mean=mean(B4)
B4.sd=sd(B4)
thit.B4=B4.mean/B4.sd
Pvalue.B4=dt(thit.B4,n)
B4.mean
B4.sd
thit.B4
Pvalue.B4
```

Lampiran 2. Lanjutan

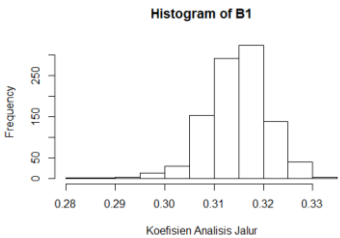
```
B5.mean=mean(B5)
B5.sd=sd(B5)
thit.B5=B5.mean/B5.sd
Pvalue.B5=dt(thit.B5,n)
B5.mean
B5.sd
thit.B5
Pvalue.B5

B6.mean=mean(B6)
B6.sd=sd(B6)
thit.B6=B6.mean/B6.sd
Pvalue.B6=dt(thit.B6,n)
B6.mean
B6.sd
thit.B6
Pvalue.B6

hist(B1)
hist(B1,xlab="Parameter Analisis Jalur")
hist(B2)
hist(B2,xlab=”Parameter Analisis Jalur")
hist(B3)
hist(B3,xlab="Parameter Analisis Jalur")
hist(B4)
hist(B4,xlab="Parameter Analisis Jalur")
hist(B5)
hist(B5,xlab="Parameter Analisis Jalur")
hist(B6)
hist(B6,xlab="Parameter Analisis Jalur")

a = cbind(B1.mean,B2.mean,B3.mean,B4.mean,B5.mean,B6.mean)
s = cbind(B1.sd,B2.sd,B3.sd,B4.sd,B5.sd,B6.sd)
t = cbind(thit.B1,thit.B2,thit.B3,thit.B4,thit.B5,thit.B6)
p = cbind(Pvalue.B1,Pvalue.B2,Pvalue.B3,Pvalue.B4,Pvalue.B5,Pvalue.B6)
b = round(Bols,4)
t(b)
round(a,4)
round(s,4)
round(t,4)
round(p,4)
X1=matrix(c(rep(0,n)),n,1)
Y1b=matrix(c(rep(0,n)),n,1)
Y12b=matrix(c(rep(0,n)),n,1)
Y2b=matrix(c(rep(0,n)),n,1)
for (j in 1:n){
  Y1b[j]  = X1[j] * B1.mean + X12[j] * B2.mean
  Y12b[j] = Y1[j]**2
  Y2b[j]  = X1[j] * B3.mean + X12[j] * B4.mean + Y1b[j] * B5.mean + Y12b[j] *
B6.mean
}
```

Lampiran3. *Output* Hasil Pendugaan Parameter

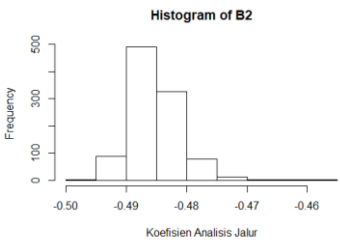
```
             [,1]         [,2]        [,3]
 [1,] -0.1666667 -0.002483543 -0.13727351
 [2,]  1.0000000 -0.151967446  0.12596351
 [3,] -0.3333333 -0.147295008 -0.40289230
 [4,]  0.1666667  0.113477102  0.19826319
 [5,]  1.1666667 -0.261352891 -0.05606618
 [6,] -1.6666667 -1.878852225 -6.41758077
 [7,]  1.1666667 -0.261352891 -0.05606618
 [8,]  0.0000000  0.044377770  0.04692991
 [9,] -1.1666667 -1.015122044 -2.98738629
[10,] -1.8333333 -2.228638172 -8.13877700
[11,] -1.0000000 -0.746937978 -2.17997017
[12,] -0.3333333 -0.147295008 -0.40289230
[13,]  0.5000000  0.053278931  0.31157406
[14,] -1.0000000 -0.746937978 -2.17997017
[15,]  0.0000000  0.044377770  0.04692991
[16,]  0.0000000  0.044377770  0.04692991
[17,]  1.5000000 -0.607677406 -0.74001280
[18,]  0.0000000  0.044377770  0.04692991
[19,]  2.0000000 -1.343835911 -2.80013671
[20,]  0.5000000  0.053278931  0.31157406
[21,]  0.6666667  0.034986782  0.31076598
[22,] -1.3333333 -1.294627905 -3.97976298
[23,] -1.6666667 -1.878852225 -6.41758077
[24,] -1.1666667 -1.015122044 -2.98738629
[25,]  0.0000000  0.044377770  0.04692991

> idboot
 [1] 12 19 11 14 20  3 20 13  6  2  7 11 16  7 13 13 22 13 25 16 17  5  3  6 13
>

> B1.mean
[1] 0.3140032
> B1.sd
[1] 0.008955186
> thit.B1
[1] 35.06383
> Pvalue.B1
[1] 2.1166e-175
```

```
> B2.mean
[1] -0.4848844
> B2.sd
[1] 0.005542247
> thit.B2
[1] -87.48877
> Pvalue.B2
[1] 0

> B3.mean
[1] 0.7451078
> B3.sd
[1] 0.02695125
> thit.B3
[1] 27.64651
> Pvalue.B3
[1] 1.540538e-124

> B4.mean
[1] -0.5235088
> B4.sd
[1] 0.0399622
> thit.B4
[1] -13.1001
> Pvalue.B4
[1] 1.494143e-35

> B5.mean
[1] 0.6872827
> B5.sd
[1] 0.09772418
> thit.B5
[1] 7.032883
> Pvalue.B5
[1] 1.279602e-11

> B6.mean
[1] -0.6914569
> B6.sd
[1] 0.02222639
> thit.B6
[1] -31.10973
> Pvalue.B6
[1] 2.895181e-148
```

```
> a = cbind(B1.mean,B2.mean,B3.mean,B4.mean,B5.mean,B6.mean)
> s = cbind(B1.sd,B2.sd,B3.sd,B4.sd,B5.sd,B6.sd)
> t = cbind(thit.B1,thit.B2,thit.B3,thit.B4,thit.B5,thit.B6)
> p = cbind(Pvalue.B1,Pvalue.B2,Pvalue.B3,Pvalue.B4,Pvalue.B5,
Pvalue.B6)
> b = round(Bols,4)
> t(b)
     [,1]    [,2]   [,3]    [,4]   [,5]   [,6]
[1,] 0.3159 -0.4886 0.7452 -0.5272 0.6732 -0.698
> round(a,4)
          B1.mean B2.mean B3.mean B4.mean B5.mean B6.mean
[1,]   0.314 -0.4849  0.7451 -0.5235  0.6873 -0.6915
> round(s,4)
      B1.sd  B2.sd  B3.sd  B4.sd  B5.sd  B6.sd
[1,] 0.009 0.0054 0.0233 0.0339 0.0868 0.0218
> round(t,4)
      thit.B1  thit.B2 thit.B3  thit.B4 thit.B5  thit.B6
[1,]  34.899 -89.4128 32.0662 -15.4999  7.8459 -31.8185
> round(p,4)
      Pvalue.B1 Pvalue.B2 Pvalue.B3 Pvalue.B4 Pvalue.B5 Pvalue.
B6
[1,]         0         0         0         0         0
0

hist(B1)
hist(B1,xlab="Koefisien Analisis Jalur")
```

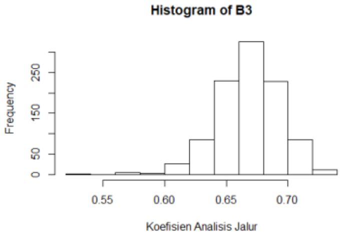



```
hist(B2)
hist(B2,xlab="Koefisien Analisis Jalur")
```

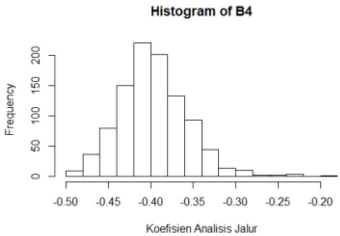


Lampiran 3. Lanjutan

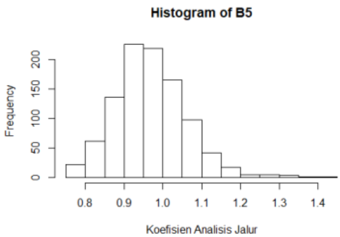
```
hist(B3)
hist(B3,xlab="Koefisien Analisis Jalur")
```



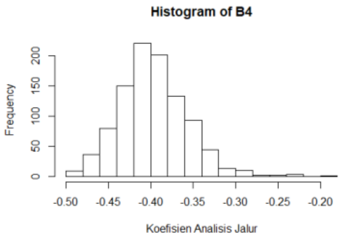

```
hist(B4)
hist(B4,xlab="Koefisien Analisis Jalur")
```




```
hist(B5)
hist(B5,xlab="Koefisien Analisis Jalur")
```



```
hist(B6)
hist(B6,xlab="Koefisien Analisis Jalur")
```



(*halaman ini sengaja dikosongkan*)

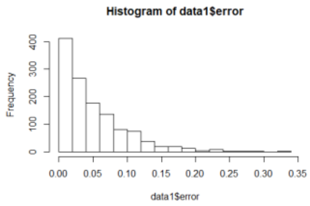
Lampiran 4. *Source Code* Uji Asumsi Normalitas Sisaan Data Simulasi

```
hist(data1$error)
  ks = data1$error
  ks.test(ks,"pnorm")
```

(*halaman ini sengaja dikosongkan*)

Lampiran 5. Output Uji Asumsi Normalitas Sisaan Data Simulasi

```
>   hist(data1$error)
```




```
>   ks = data1$error
>   ks.test(ks,"pnorm")

        One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  ks
D = 0.50001, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided
```

(*halaman ini sengaja dikosongkan*)

Lampiran 6. *Output* Uji Asumsi Normalitas Sisaan Data *bootstrap*

```
> ks.test(ER1,"pnorm")

         One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  ER1
D = 0.19015, p-value = 0.2884
alternative hypothesis: two-sided

> ks.test(ER2,"pnorm")

         One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  ER2
D = 0.24062, p-value = 0.1106
alternative hypothesis: two-sided
```

(*halaman ini sengaja dikosongkan*)

Lampiran 7. Hasil *resampling* pada *B*=1000

id	br.X1Y1	br.X12Y1	br. X1Y2	br.X12Y2	br.Y1Y2	br.Y12Y2	bo.X1Y1	bo.X12Y1	bo. X1Y2	bo.X12Y2
1001	0,5326	-0,879	0,1201	-0,6006	0,8334	-0,7952	0.4348	-0.3462	0.3634	-0.3856
1002	0,3156	-0,5041	0,7718	-0,5592	0,696	-0,6673	0.3159	-0.4886	0.7452	-0.5272
1003	0,4673	-0,693	0,2827	-0,4313	0,3301	-0,7167	0.458	-0.673	0.0086	-0.0257
1004	0,3353	-0,1833	0,326	-0,5814	0,0377	-0,0322	0.375	-0.2362	0.0891	-0.2536
1005	0,0804	-0,6227	0,9426	-0,2521	0,7997	-0,5597	0.1634	-0.581	0.8904	-0.3998
1006	0,7805	-0,8091	0,2241	-0,9139	0,5413	-0,2635	0.7193	-0.7334	-0.6505	0.1171
1007	0,9359	-0,9935	0,5914	-0,736	0,6572	-0,2479	0.8504	-0.8833	-0.1113	0.0263
1008	0,8053	-0,1955	0,3233	-0,0136	0,3603	-0,35	0.7374	-0.2387	-0.0549	0.0485
1009	0,4863	-0,9537	0,256	-0,5367	0,6484	-0,1644	0.5082	-0.8239	0.2088	-0.2638
1010	0,1656	-0,4245	0,4555	-0,3018	0,5208	-0,9807	0.2479	-0.4017	0.5754	-0.5453
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1021	0.4181	-0.2098	0.3271	-0.1038	0.5682	-0.7239	0.3995	-0.1893	0.3919	-0.1096
1022	0.1595	-0.1675	0.4851	-0.6159	0.8078	-0.8318	0.1596	-0.1441	0.3912	-0.515
1023	0.8146	-0.3542	0.5482	-0.5079	0.5140	-0.6885	0.8095	-0.3363	0.3358	-0.3888
1024	0.6450	-0.5253	0.4816	-0.1441	0.7549	-0.3492	0.6399	-0.5112	0.4424	-0.0956
1025	0.5556	-0.4462	0.8706	-0.8485	0.8031	-0.7632	0.5644	-0.4215	0.5982	-0.6324

Lampiran 7. Lanjutan

id	bo.Y1Y2	bo.Y12Y2	mbb.X1Y1	mbb.X12Y1	mbb.X1Y2	mbb.X12Y2	mbb.Y1Y2	mbb.Y12Y2	se.X1Y1	se.X12Y1
1001	1.4191	-0.5592	0.5394	-0.8579	0.4056	-0.4251	1.2993	-0.5682	0.0099	0.0063
1002	0.6732	-0.6980	0.3140	-0.4849	0.7451	-0.5235	0.6873	-0.6915	0.009	0.0054
1003	0.909	-0.7173	0.4605	-0.6685	0.0461	-0.0789	0.8398	-0.7161	0.0065	0.0044
1004	1.2222	-0.2013	0.377	-0.2316	0.1602	-0.4041	0.5978	-0.1822	0.006	0.004
1005	0.4246	-0.6071	0.1697	-0.5786	0.8064	-0.1182	0.9492	-0.585	0.009	0.0055
1006	1.7567	-0.3265	0.7212	-0.7292	-0.3015	-0.2277	1.3051	-0.3185	0.0072	0.0049
1007	1.4047	-0.3021	0.855	-0.88	-0.0739	-0.0087	1.3705	-0.2999	0.0052	0.0033
1008	0.9264	-0.3986	0.7382	-0.2377	-0.075	0.0469	0.9765	-0.3788	0.0053	0.0032
1009	0.8933	-0.224	0.4971	-0.8335	0.2436	-0.3887	0.7432	-0.236	0.0116	0.0076
1010	-0.1374	-0.9416	0.2454	-0.412	0.4259	-0.2687	0.5506	-0.9295	0.0089	0.007
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1021	0.3055	-0.8119	0.4001	-0.1842	0.1941	-0.0263	0.8908	-0.7177	0.0085	0.0062
1022	1.3382	-0.8851	0.16	-0.1401	0.455	-0.5708	1.0195	-0.7747	0.0118	0.0071
1023	0.7777	-0.6927	0.8131	-0.329	0.3372	-0.4016	0.7587	-0.6922	0.0093	0.0067
1024	0.8049	-0.3506	0.6403	-0.5071	0.1081	0.1683	1.313	-0.3594	0.0076	0.0046
1025	1.2812	-0.7617	0.5547	-0.4267	0.5276	-0.5581	1.4656	-0.7444	0.0099	0.0064

Lampiran 7. Lanjutan

id	se.X1Y2	se.X12Y2	se.Y1Y2	se.Y12Y2	t.X1Y1	t.X12Y1	t.X1Y2	t.X12Y2	t.Y1Y2	t.Y12Y2
1001	0.13335	0.1091	0.3414	0.0344	44.4021	-54.3378	3.0392	-3.8944	3.8058	-16.5283
1002	0.0233	0.0339	0.0868	0.0218	34.899	-89.4128	32.0662	-15.4999	7.8459	-31.8185
1003	0.0633	0.0962	0.1492	0.0072	71.1319	-153.1408	0.725	-0.818	5.6226	-99.7482
1004	0.1273	0.0789	0.3106	0.0823	63.3304	-57.3218	1.258	-5.1245	1.9245	-2.2152
1005	0.071	0.2371	0.4091	0.0238	18.9286	-104.5335	11.3577	-0.4986	2.3202	-24.5901
1006	0.1799	0.1842	0.253	0.0092	99.6624	-148.1346	-1.6757	-1.2365	5.1589	-34.4818
1007	0.117	0.1236	0.1414	0.003	164.2167	-264.3468	-0.6312	-0.0703	9.6905	-98.7772
1008	0.1203	0.0406	0.1622	0.0138	138.5779	-73.9982	-0.6505	1.1779	6.056	-27.4658
1009	0.1299	0.2151	0.2757	0.0149	42.8801	-109.211	1.8745	-1.8069	2.6957	-15.825
1010	0.0911	0.1521	0.3765	0.057	27.5263	-58.912	4.6726	-1.7664	1.4625	-16.2931
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
1021	0.1307	0.0587	0.3479	0.0611	47.2048	-29.7614	1.4852	-0.4486	2.5605	-11.7524
1022	0.0263	0.0218	0.1433	0.126	13.5392	-19.7609	17.278	-26.1783	7.1136	-6.1482
1023	0.1422	0.0568	0.1831	0.0124	87.063	-49.1929	2.3717	-7.0719	4.1445	-55.9906
1024	0.1555	0.1238	0.2396	0.0148	84.7693	-109.1022	0.6952	1.3589	5.4797	-24.3578
1025	0.1721	0.1383	0.3407	0.0204	56.2794	-66.6298	3.0657	-4.0343	4.3019	-36.4791

Lampiran 7. Lanjutan

id	p.X1Y1	P.X12Y1	P.X1Y2	P.X12Y2	P.Y1Y2	P.Y12Y2
1001	0	0	0.004	0.0002	0.0003	0
1002	0	0	0	0	0	0
1003	0	0	0.3142	0.2937	0	0
1004	0	0	0.1808	0	0.0627	0.0344
1005	0	0	0	0.3552	0.0271	0
1006	0	0	0.098	0.1857	0	0
1007	0	0	0.3268	0.3979	0	0
1008	0	0	0.3231	0.1923	0	0
1009	0	0	0.0689	0.078	0.0106	0
1010	0	0	0	0.0839	0.1369	0
…	…	…	…	…	…	…
…	…	…	…	…	…	…
1021	0	0	0.1324	0.3606	0.0151	0
1022	0	0	0	0	0	0
1023	0	0	0.0241	0	0.0001	0
1024	0	0	0.3132	1.58E-01	0	0
1025	0	0	3.70E-03	0.0001	0	0