PENGUJIAN HETEROSKEDASTISITAS PADA REGRESI NON LINEAR DENGAN MENGGUNAKAN UJI GLEJSER

SKRIPSI

Oleh:

NUNUNG NUR HASANAH

NIM. 03510043

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALANG

2008

PENGUJIAN HETEROSKEDASTISITAS PADA REGRESI NON LINEAR DENGAN MENGGUNAKAN UJI GLEJSER

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Oleh:

NUNUNG NUR HASANAH
NIM: 03510043

JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MALANG
MALANG
2008

PENGUJIAN HETEROSKEDASTISITAS PADA REGRESI NON LINEAR DENGAN MENGGUNAKAN UJI GLEJSER

Oleh:

NUNUNG NUR HASANAH
NIM: 03510043

Telah Disetujui untuk Diuji

Malang, 28 Maret 2008

Dosen Pembimbing I,	Dosen Pembimbing II,
Sri Harini, M. Si	**Ahmad Barizi, M.A.**
NIP 150 318 321	**NIP 150 283 991**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Matematika

Sri Harini, M. Si

NIP 150 318 321

PENGUJIAN HETEROSKEDASTISITAS PADA REGRESI NON LINEAR DENGAN MENGGUNAKAN UJI GLEJSER

SKRIPSI

OLEH

NUNUNG NUR HASANAH
NIM 03510043

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal:
14 April 2008

Susunan Dewan Penguji:		**Tanda Tangan**
1. Penguji Utama	**: Drs. H Turmudi, M.Si**	**( )**
2. Ketua	**: Wahyu Henky Irawan, M.Pd**	**( )**
3. Sekretaris	**: Sri Harini, M.Si**	**( )**
4. Anggota	**: Ahmad Barizi, M.A**	**( )**

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Matematika

Sri Harini, M. Si

NIP 150 318 321

Motto

وَأَن لَّيْسَ لِلْإِنسَٰنِ إِلَّا مَا سَعَىٰ ﴿٣٩﴾ وَأَنَّ سَعْيَهُۥ سَوْفَ يُرَىٰ ﴿٤٠﴾

"Dan bahwa manusia itu hanya memperoleh apa yang diusahakannya,

dan hasil usahanya itu kelak akan dilihatnya sendiri".

(QS. An-Najm/ 53: 39-40)

PERSEMBAHAN

Dengan segenap ketulusan hati serta untaian do'a dan rasa syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT, Tuhan semesta alam atas rahmat dan ridha-Nya, sehingga aku masih diberi kesempatan untuk menghirup udara dan menjalani kehidupan di dunia ini.
Salawat serta Salam tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW sebagai pembawa cahaya kebenaran.

Dengan segala kerendahan hati kupersembahkan karya kecilku ini kepada orang yang sangat berarti dalam hidupku…

Ayah dan Ibunda tercinta
Terima kasih atas segalanya, yang tiada pernah berhenti mencintai dan menyayangiku dengan sepenuh hati dan selalu memberikan motivasi sehingga semua ini bisa kuraih.
Semoga Allah selalu memberikan kesehatan, kebahagiaan dunia akhirat dan panjang umur...Amin.
Kakak serta adik-adikku tercinta yang telah memberikan do'a
Dan semangat dalam meniti jalan panjang kehidupan tuk meraih segala asa hingga sampai pada gerbang masa depan yang cerah,
Dengan kalianlah kulalui hari-hari penuh kasih sayang bersama keluarga...

My Best Friend
Mereka yang selalu ada,
Anjie dan Istiq thank's for all dengan kalianlah ku bisa melalui hari-hari
Dengan penuh kebahagian dan kebersamaan
Semoga persahabatan ini tetap abadi.

Semua teman-temanku angkatan 2003 khususnya jurusan matematika yang selalu memberikan inspirasi dan motivasi selama ini. Khususnya eviana, mi2n, anita, nuzul, iis, armi, bunda, aurel, defa, aulia, uut. Empat tahun bukan waktu yang panjang, bukan pula waktu yang pendek untuk sebuah kebersamaan yang telah terbangun diantara kita semua. Terima kasih telah memberikan kenangan penuh warna. Semoga Kita semua diberikan kemudahan tuk menggapai masa depan yang lebih baik.

Keluarga Besar IMM
Maz boo, Maz Jun, Mas Carlos, Maz Wasis, Maz Ham, Maz Dobrian, Maz Gundul, Maz dedi, Taufiq, Ipunx, Said, Diansyah GJ, Habibi, Eko, Hadjik, Mb Zie, Clipy, Novi, Nora, Dzawin, Inin, Merin, Wi2n, Alfa2,Mawaddah, Mb Zid, Oca, Anis, Cia, Anut, ratna, Siro
Trims atas kebersamaan dan kekompakannya,, Dan kepada seluruh kader IMM Komisariat Revivalis dan Pelopor UIN Malang, Dengan kalianlah aku bisa merasakan kebersamaan. Tetap Semangat dan yakinlah bahwa pengorbanan yang hari ini kita lakukan bukanlah sebuah kesia-siaan.
Jayalah IMM jaya...
Seseorang yang selalu ada dihatiku dan sangat berarti dalam perjalanan hidupku, terima kasih atas semuanya....

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Puji syukur alhamdulillah, penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul ”Pengujian Heteroskedastisitas Pada Regresi Non Linear Dengan Menggunakan Uji Glejser”

Shalawat dan salam, barokah yang seindah-indahnya, mudah-mudahan tetap terlimpahkan kepada Rasulullah SAW. Yang telah membawa kita dari alam kegelapan dan kebodohan menuju alam ilmiah yaitu *Dinul Islam*.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program sarjana sains Universitas Islam Negeri Malang dan sebagai wujud serta partisipasi penulis dalam mengembangkan dan mengaktualisasikan ilmu-ilmu yang telah penulis peroleh selama di bangku kuliah.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, perkenankan penulis menyampaikan terima kasih kepada.

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.
2. Prof. Drs. H. Sutiman Bambang Sumitro, SU., DSc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang.

3. Sri Harini, M.Si selaku Dosen Pembimbing dan Ketua Jurusan Matematika Universitas Islam Negeri (UIN) Malang dengan penuh kesabaran dan kearifan yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis demi sempurnanya menyusun skripsi ini.
4. Ahmad Barizi, M.A yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan selama penulisan skripsi di bidang integrasi Sains dalam Islam.
5. Ayahanda dan Ibunda tercinta serta seluruh keluarga, yang telah banyak memberi pengorbanan yang tidak terhingga nilainya baik materiil maupun spirituil.
6. Kawan-kawan seperjuangan Fakultas Sainstek khususnya jurusan Matematika angkatan 2003, yang telah banyak memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
7. Semua pihak yang telah membantu terselesainya skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT, melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dunia ini tidak ada yang sempurna. Begitu juga dalam penulisan skripsi ini, yang tidak luput dari kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat konstruktif demi penyempurnaan skripsi ini.

Akhirnya dengan segala bentuk kekurangan dan kesalahan, penulis berharap semoga dengan rahmat dan izin-Nya mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pihak-pihak yang bersangkutan.

Malang, Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR SIMBOL

Abjad Yunani

μ : mu

σ^2 : sigma kuadrat (ragam)

E e ε : epsilon

α : alpha

β : beta

Lambang Khusus

X Y $X_1,...,X_n$: peubah acak

E : expectation

ε_i v_i : galat, eror atau residual

k_i k_j : konstanta

Y_i : nilai pengamatan ke-i

$X_{1i}, X_{2i}, ...X_{ki}$: nilai peubah X yang ke-$1i, 2i, ..., ki$

$\beta_0, \beta_1, ..., \beta_k$: parameter

$\hat{\beta}_0$ $\hat{\beta}_i$: penduga dari parameter β_0 dan β_i

K_i : input kapital

L_i : input tenaga kerja

$\overline{X}$: mean sampel

ABSTRAK

Hasanah, Nunung Nur. 2008. **Pengujian Heterokedastisitas Pada Regresi Non Linear Dengan Menggunakan Uji Glejser.** Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang

Pembimbing: Sri Harini, M. Si
Ahmad Barizi, M.A.

Kata Kunci: Model Eksponensial, Heteroskedastisitas, Uji Glejser.

Regresi non linear dibagi menjadi dua jenis yaitu model *linear intrinsik* dan model *nonlinear intrinsik*. Model *linear intrinsik* dapat diubah bentuknya menjadi linear yaitu dengan cara mentransformasikan variabel-variabelnya, salah satu model ini yang digunakan adalah model eksponensial. Sedangkan model *nonlinear intrinsik* tidak dapat dilinearkan melalui transformasi.

Asumsi dalam analisis regresi yang menyatakan bahwa varian dari tiap ε_i tidak bergantung pada X_i atau varian dari Y_i tidak sama adalah asumsi heteroskedastisitas. Model regresi dinyatakan baik apabila tidak terjadi heteroskedastisitas antara variabel bebas dan variabel terikat.

Untuk menguji ada tidaknya hetroskedastisitas dalam model eksponensial digunakan uji Glejser yaitu uji persamaan regresi dari harga mutlak sisa, ($|\varepsilon_i|$) terhadap X_i. Di sini $|\varepsilon_i|$ sebagai peubah tak bebas dan X_i sebagai peubah bebasnya.

Berkaitan dengan masalah pengujian Allah Swt menjelaskan dalam firman-Nya:

وَلَنَبۡلُوَنَّكُمۡ حَتَّىٰ نَعۡلَمَ ٱلۡمُجَٰهِدِينَ مِنكُمۡ وَٱلصَّٰبِرِينَ وَنَبۡلُوَاْ أَخۡبَارَكُمۡ ﴿٣١﴾

"*Dan sesungguhnya kami akan benar-benar menguji kalian agar Kami mengetahui (supaya nyata) orang-orang yang berjihat dan bersabar diantara kalian; dan agar Kami menyatakan (baik buruknya)*" (Qs.Muhammad/ 47: 31).

Untuk menguji heteroskedastisitas dengan uji Gleser dicari terlebih dahulu $\hat{\beta}_i$ dengan menggunakan metode kuadrat terkecil tertimbang (*Weighted Least Squeres*). Setelah diketahui nilai $\hat{\beta}_i$ maka nilai galat dari model eksponensial disubtitusikan pada pada $\hat{\beta}_i$. Maka setelah diketahui $\hat{\beta}_i$ kemudian dicari $\mathrm{var}(Y_i)$ dari model eksponensial.

Hasil yang diperoleh setelah diuji dengan menggunakan ke-empat persamaan uji Glejser terlihat bahwa terdapat covarians antara β_0 dan β_i yang berarti β_0 dan β_i tidak saling bebas yang diartikan bahwa dalam model eksponensial terdapat heteroskedastisitas.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Matematika sebagai salah satu cabang keilmuan, yang berkembang dan menjadi dasar dalam setiap pengetahuan dan setiap aktivitas manusia sehari-hari. Banyak kegunaan praktis matematika dalam perkembangan manusia dimuka bumi ini, mulai dari masalah ekonomi, sosial, agama dan lainnya. Dengan demikian tidak bisa dipungkiri lagi bahwa keberadaan matematika sangatlah penting, sehingga persoalan apapun banyak yang membutuhkan matematika dalam menyelesaikannya.

Matematika telah banyak mengajarkan manusia mengenal dan menjelaskan fenomena-fenomena yang ada disekitarnya. Salah satunya adalah statistika yang merupakan cabang matematika yang sangat penting dipelajari untuk menelaah berbagai masalah. Saat ini banyak penerapan penting dari statistika, diantaranya adalah penggunaan model regresi.

Analisis regresi adalah suatu teknik statistik parametrik yang dapat digunakan untuk (1) mengadakan peramalan atau prediksi besarnya variansi yang terjadi pada variabel Y berdasarkan variabel X, (2) menentukan bentuk hubungan antara variabel X dengan variabel Y, (3) menentukan arah dan besarnya koefisien korelasi antara variabel X dengan variabel Y (Winarsunu, 2002: 183).

Analisis regresi mempunyai dua jenis pilihan yaitu regresi linear dan regresi non linear.

Hubungan antara dua variabel *X* dan *Y* tidak selalu bersifat linear, akan tetapi bisa juga bukan linear (nonlinear). Diagram pencar dari hubungan yang linear akan menunjukkan suatu pola yang dapat didekati dengan garis lurus, sedang yang bukan linear harus didekati dengan garis lengkung (Supranto, 1994: 262).

Model regresi non linear dibagi menjadi dua jenis yaitu model *linear intrinsik* dan model *nonlinear intrinsik* (Draper dan Smith, 1992: 213)**.** Model *linear intrinsik* dapat diubah bentuknya menjadi linear yaitu dengan cara mentransformasikan variabel-variabelnya, sedangkan model *nonlinear intrinsik* tidak dapat dilinearkan melalui transformasi. Salah satu model *linear intrinsik* adalah model eksponensial, untuk mendapatkan galat dari model ini maka dengan mentransformasi terlebih duhulu menjadi bentuk linear.

Menurut Santosa dan Ashari (2005) ada beberapa asumsi dalam analisis regresi yang salah satunya adalah uji heteroskedastisitas. nilai varian residual, σ_ε^2, tidak konstan dan nilainya tergantung pada nilai X_i atau $\sigma_\varepsilon^2 = f(X_i)$. Dalam praktek, penyimpangan terhadap asumsi homoskedastisitas sering terjadi, yang berarti varian residual tidak konstan. Tidak konstannya varian residual, mengakibatkan varian penduga parameter persamaan regresi yaitu $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ akan lebih besar sehingga berpengaruh pada uji hipotesis yang dilakukan yaitu uji t dan uji F.

Model regresi yang baik adalah tidak terjadi heteroskedastisitas (Wahyudi dan mardiyah, 2006: 15). Asumsi ini sangat penting artinya dalam analisis regresi mengingat kaitannya dengan estimasi standart error koefisien regresi.

Sebagaimana diketahui bahwa standart error ini memiliki peran dalam pembentukan nilai *t* hitung. Oleh karena itu jika asumsi ini tidak dipenuhi maka hasil uji *t* tidak sahih karena nilai *t* hitung bisa *overvalued*. Konsekwensinya, sebuah koefisien yang seharusnya dinyatakan tidak signifikan bisa dinyatakan signifikan. Tentu saja kesimpulan ini sangat menyesatkan (http://www.geocities.com/mohtar_unijoyo/ekonometrika.pdf, Diakses tanggal 9 Desember 2007).

Menurut Sumodiningrat (2007) ada beberapa macam pengujian yang digunakan untuk menguji heteroskedastisitas yang salah satunya adalah dengan uji Glejser. Uji Glejser adalah uji persamaan regresi dari harga mutlak sisa, $|\varepsilon_i|$, terhadap X_i. jadi disini $|\varepsilon_i|$ sebagai peubah tak bebas dan X_i sebagai peubah bebasnya.

Terkait dengan permasalahan pengujian ini Allah juga menjelaskan dalam firman-Nya:

وَلَنَبۡلُوَنَّكُم بِشَيۡءٖ مِّنَ ٱلۡخَوۡفِ وَٱلۡجُوعِ وَنَقۡصٖ مِّنَ ٱلۡأَمۡوَٰلِ وَٱلۡأَنفُسِ وَٱلثَّمَرَٰتِۗ
وَبَشِّرِ ٱلصَّٰبِرِينَ ١٥٥

"*Dan Kami pastikan akan menguji kamu dengan sedikit ketakutan, kelaparan, kekurangan harta, jiwa, dan buah-buahan. Dan sampaikan kabar gembira kepada orang-orang yang sabar*". (Qs.Al-Baqarah/ 2: 155)

Allah memberitahukan bahwa Dia pasti memberikan suatu cobaan kepada hamba-hamba-Nya, yakni untuk melatih dan menguji mereka. Seperti yang disebutkan dalam firman lainnya, yaitu:

وَلَنَبۡلُوَنَّكُمۡ حَتَّىٰ نَعۡلَمَ ٱلۡمُجَٰهِدِينَ مِنكُمۡ وَٱلصَّٰبِرِينَ وَنَبۡلُوَاْ أَخۡبَارَكُمۡ ٣١

“*Dan sesungguhnya kami akan benar-benar menguji kalian agar Kami mengetahui (supaya nyata) orang-orang yang berjihat dan bersabar diantara kalian; dan agar Kami menyatakan (baik buruknya)*”. (Qs.Muhammad/ 47: 31)

Allah menguji semua umat manusia dengan ujian yang berbeda-beda. Seluruh tempat didunia ini yang berbeda-beda merupakan tempat cobaan dan seluruh anggota bangsa manusia, bahkan para nabi, semuanya diuji, dan seluruh perkara baik yang menyenangkan maupun yang menyedihkan merupakan sarana ujian. Kita harus mengerti bahwa ujian dan cobaan Allah adalah untuk menggembleng kapasitas dan kesempurnaan manusia.

Allah menguji hamba-hamba-Nya adalah untuk mengetahui kadar keimanan dan kesabaran hamba-Nya, sedangkan pengujian heteroskedastisitas dalam skripsi ini bertujuan untuk mendapatkan suatu kesimpulan apakah dalam model eksponensial terdapat heteroskedastisitas ataukah tidak?

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis ingin mengkaji lebih dalam permasalahan ini dan membahasnya dengan judul “**Pengujian Heteroskedastisitas Pada Model Regresi Non Linear dengan Menggunakan Uji Glejser**”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, dapat ditarik rumusan permasalahan yang akan dibahas, yaitu bagaimana mengetahui heteroskedastisitas pada model regresi non linear yaitu model eksponensial dengan menggunakan uji Glejser?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah: untuk mengetahui adanya heteroskedastisitas pada model regresi non linear yaitu model eksponensial dengan menggunakan uji Glejser.

D. Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih terfokus dan jelas maka perlu adanya batasan masalah. Dalam penulisan ini dibatasi pada:

1. Bentuk regresi non linear yang digunakan adalah model eksponensial.
2. Syarat $\beta_1, \beta_2, ..., \beta_k$ atau parameter-parameter dalam model eksponensial didalam penelitian ini adalah adalah saling bebas.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Dapat mengetahui penggunaan regresi non linear khususnya pada model eksponensial dalam pengujian heteroskedastisitas.

2. Dapat mengetahui penggunaan uji Glejser dalam pengujian heteroskedastisitas.

F. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan penelitian perpustakaan (*Library Researc*). Penelitian perpustakaan bertujuan untuk mengumpulkan data dan informasi dengan bermacam-macam material yang terdapat dalam ruangan perpustakaan, seperti buku-buku, majalah, dokumen catatan dan kisah-kisah sejarah dan lain-lainnya (Mardalis, 1990: 28).

Adapun langkah-langkah dalam penulisan skripsi ini adalah:

1. Merumuskan masalah. Sebelum penulis memulai kegiatannya, penulis membuat rancangan terlebih dahulu mengenai suatu permasalahan yang akan dibahas.
2. Mengumpulkan data dan informasi dengan cara membaca dan memahami beberapa literatur yang berkaitan dengan pengujian heteroskedastisitas pada regresi non linear dengan menggunakan uji Glejser. Diantara buku yang digunakan penulis sebagai literatur antara lain Gunawan Sumodiningrat (Ekonometrika Pengantar), Damodar Gujarati dan Sumarno Zain (Ekonometrika Dasar), Draper dan Smith (Analisis Regresi Terapan) serta buku lain yang menunjang penulisan skripsi ini.
3. Setelah memperoleh data data dan informasi tentang pengujian heteroskedastisitas pada regresi non linear dengan menggunakan uji Glejser, langkah selanjutnya adalah menetukan galat dari model

eksponensial dan menentukan $\hat{\beta}_i$ pada persamaan yang terdapat dalam uji Glejser dengan menggunakan metode kuadrat terkecil tertimbang (*Weighted Least Squeres*) kemudian mencari varian Y_i dari model eksponensial.

4. Membuat kesimpulan. Kesimpulan merupakan gambaran langkah dari pembahasan atas apa yang sedang ditulis. Kesimpulan didasarkan pada data yang telah dikumpulkan dan merupakan jawaban dari permaslahan yang dikemukakan.

G. Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan merupakan rangkaian urutan dari beberapa uraian penjelas dalam suatu karya ilmiah. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah:

BAB I : PENDAHULUAN

Menjelaskan secara umum mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, manfaat penelitian, metode penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Membahas mengenai kajian teori yang mendukung secara langsung pembahasan dalam penulisan skripsi ini.

BAB III : PEMBAHASAN

Membahas secara rinci tentang pengujian heteroskedastisitas pada model regresi non linear dengan menggunakan uji Glejser.

BAB IV : PENUTUP

Dalam bab ini akan diuraikan kesimpulan dan saran-saran yang berhubungan dengan topik pembahasan yang ada.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Analisis Regresi

Analisis regresi adalah suatu teknik statistik parametrik yang dapat digunakan untuk (1) mengadakan peramalan atau prediksi besarnya variansi yang terjadi pada variabel *Y* berdasarkan variabel *X*, (2) mentukan bentuk hubungan antara variabel *X* dengan variabel *Y*, (3) menentukan arah dan besarnya koefisien korelasi antara variabel *X* dengan variabel *Y* (Winarsunu, 2002: 183). Analisis regresi mempunyai dua jenis pilihan yaitu regresi linear dan regresi non linear. Namun yang akan dibahas dalam skripsi ini hanyalah mengenai regresi non linear.

1. Regresi Non Linear

a. Pengertian

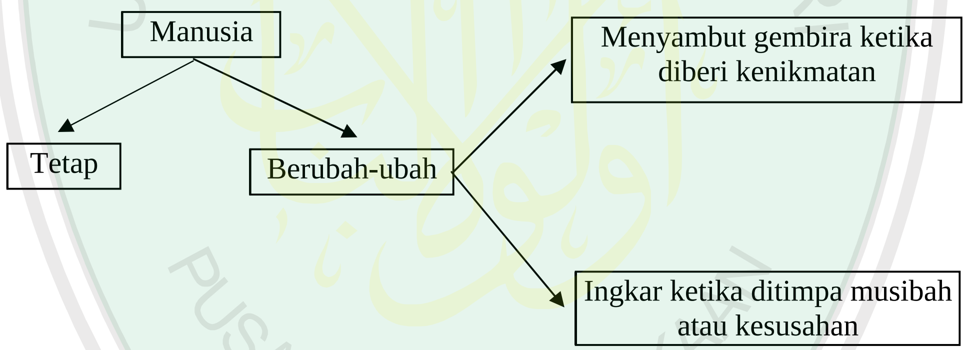
Regresi non linear adalah regresi yang variabel-variabelnya ada yang berpangkat. Bentuk grafik regresi non linear adalah berupa lengkungan (Hasan, 2002: 279).

Grafik regresi non linear yang berupa lengkungan sesuai dengan gambaran kepribadian manusia yang selalu berubah-ubah seperti firman Allah dalam surat Asy-Syura ayat 48:

فَإِنْ أَعْرَضُوا۟ فَمَآ أَرْسَلْنَٰكَ عَلَيْهِمْ حَفِيظًا ۖ إِنْ عَلَيْكَ إِلَّا ٱلْبَلَٰغُ ۗ وَإِنَّآ إِذَآ أَذَقْنَا
ٱلْإِنسَٰنَ مِنَّا رَحْمَةً فَرِحَ بِهَا ۖ وَإِن تُصِبْهُمْ سَيِّئَةٌۢ بِمَا قَدَّمَتْ أَيْدِيهِمْ فَإِنَّ ٱلْإِنسَٰنَ
كَفُورٌ ﴿٤٨﴾

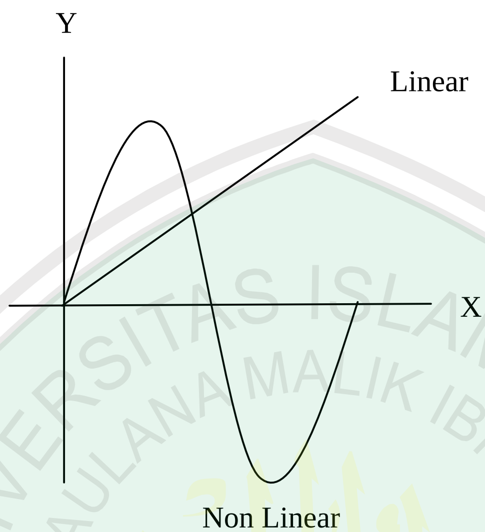
"*Jika mereka berpaling Maka kami tidak mengutus kamu sebagai Pengawas bagi mereka. kewajibanmu tidak lain hanyalah menyampaikan (risalah). Sesungguhnya apabila kami merasakan kepada manusia sesuatu rahmat dari kami dia bergembira ria Karena rahmat itu. dan jika mereka ditimpa kesusahan disebabkan perbuatan tangan mereka sendiri (niscaya mereka ingkar) Karena Sesungguhnya manusia itu amat ingkar (kepada nikmat)*".

Ayat di atas memberikan gambaran tentang grafik regresi non linear yang diilustrasikan dengan kepribadian manusia.



Dalam diri manusia terdapat 2 tipe kepribadian yaitu tetap dan berubah-ubah. Dari ayat diatas telah dijelaskan tentang kepribadian manusia yang selalu berubah-ubah, dia menyambut gembira ketika diberi kenikmatan. Sedangkan apabila ditimpa musibah atau kesusahan maka dia ingkar. Kepribadian manusia yang selalu berubah-ubah bila digambarkan membentuk lengkungan seperti halnya grafik regresi non linear.

Grafik regresi non linear bila digambarkan adalah sebagai berikut:



Sedangkan dalam Hadits juga dijelaskan tentang masalah keimanan yang selalu berubah-ubah yaitu:

وَأَنَّ الْإِيمَانَ يَزِيدُ وَيَنْقُصُ وَأَنَّ الْأَمْرَ بِالْمَعْرُوفِ وَالنَّهْيَ عَنْ الْمُنْكَرِ وَاجِبَانِ (رواه المسلم)

"*Dan sesungguhnya iman itu bisa bertambah dan bisa berkurang dan menyeru kepada kebaikan dan mencegah kemungkaran adalah kewajiban*" (HR Muslim).

Dari hadits di atas, regresi non linear bisa dimisalkan tentang masalah keimanan yang selalu berubah-ubah yaitu bisa bertambah dan bisa berkurang sehingga sesuai dengan bentuk grafik regresi non linear yang berupa lengkungan.

Menurut Supranto (1994: 262) hubungan fungsi antara dua variabel X dan Y tidak selalu bersifat linear, akan tetapi bisa juga bukan linear (non linear). Diagram pencar dari hubungan yang linear akan menunjukkan suatu pola yang dapat didekati dengan garis lurus, sedangkan yang bukan linear harus didekati dengan garis lengkung. Sedangkan menurut Sugiarto (1992: 29) hubungan fungsi diantara dua peubah *X* dan *Y* dikatakan tidak linear apabila laju perubahan dalam *Y* yang berhubungan dengan perubahan satu satuan *X* tidak konstan untuk suatu jangkauan nilai-nilai *X* tertentu.

b. Bentuk-bentuk Regresi Non Linear

Model regresi non linear dibagi menjadi dua jenis yaitu model *linear intrinsik* dan model *nonlinear intrinsik* (Draper dan Smith, 1992: 213)**.**

1. Model Linear Intrinsik

Yang dimaksud linear adalah linear dalam parameter bukan dalam variabel. Sifat umum yang mendasar dari model ini adalah bentuknya dapat diubah menjadi model linear dengan mentransformasikan variabel-variabelnya. Transformasi hanya dilakukan terhadap variabel-variabel yang berbentuk nonlinear dengan cara memberi label baru pada variabel-variabel yang bersangkutan (Sumodiningrat, 2007: 141).

Diantara bentuk-bentuk model (*linear intrinsik*) yang dapat ditransformasikan ke dalam bentuk linear (Soelistyo, 2001: 342-344). Adalah sebagai berikut:

a. Model Polinomial

Jika suatu fungsi adalah polynomial dalam variabel-variabel bebasnya, maka model regresinya adalah:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + ... + \beta_n X_i^n + \varepsilon_i \qquad (2.1)$$

Dimana:

Y_i = Nilai pengamatan ke-*i*, $i = 1, 2, ..., n$

X_i = Nilai peubah *X* yang ke-*i*

β_0 = Titik potong atau parameter intersep

$\beta_1, \beta_2, ..., \beta_n$ = Parameter pengaruh peubah *X* ke-*i* terhadap peubah *Y* pada derajat atau ordo ke-*i*

ε_i = Residual atau galat ke-*i*

(Sumodiningrat, 2007: 141).

b. Model Multiplikatif

Menurut Draper dan Smith (1992: 213-214) model multiplikatif dinyatakan dalam bentuk:

$$Y_i = \beta_0 X_{1i}^{\beta_1} X_{2i}^{\beta_2} X_{3i}^{\beta_3} \varepsilon_i \tag{2.2}$$

Dimana $\beta_{0,}$ β_1, β_2 dan β_3 adalah parameter yang tidak diketahui, dan ε_i adalah galat acak yang bersifat multiplikatif. Dengan melogaritmakan basis *e* pada persamaan (2.2) model itu berubah menjadi bentuk linear

$$In Y_i = In \beta_0 + In \beta_1 X_{1i} + In \beta_2 X_{2i} + In \beta_3 X_{3i} + In \varepsilon_i \tag{2.3}$$

c. Model Eksponensial

Menurut Soelistyo (2001:343) bentuk persamaannya adalah:

$$Y_i = e^{\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_k X_{ik}} . \varepsilon_i \tag{2.4}$$

Transformasinya juga dapat dijalankan dengan mudah melalui pengambilan logaritmanya.

$$In Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_k X_{ik} + In \varepsilon_i \tag{2.5}$$

Model seperti ini adalah linear dalam bentuk semi log yang dapat berupa log-lin atau lin-log.

d. Model Resiprokal

$$Y_i = \frac{1}{\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i} \quad (2.6)$$

Dengan membalik persamaan itu maka diperoleh:

$$\frac{1}{Y_i} = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i \quad (2.7)$$

e. Model Semilog

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \log X_{1i} + \beta_2 \log X_{2i} + \ldots + \varepsilon_i \quad (2.8)$$

Atau

$$\log Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \ldots + \varepsilon_i \quad (2.9)$$

Contoh penggunaan model semilog adalah untuk perhitungan dengan rumus bunga majemuk dan perhitungan laju pertumbuhan. Setiap model hubungan variabel yang tidak linear tetapi yang secara intrinsik linear tersebut mempunyai sifat seperti model hubungan linear biasa (Soelistyo, 2001: 344).

2. Model Non Linear Intrinsik

Menurut Sumodiningrat (2007: 144-145) model nonlinear intrinsik ada dua macam yaitu:

a. Model Elastisitas Konstan Aditif

Model yang termasuk dalam kategori ini adalah:

$$Y_i = \beta_0 X_{1i}^{\beta_1} X_{2i}^{\beta_2} + u_i \quad (2.10)$$

Dalam hal ini tidak ada transformasi yang dapat mengubah model (2.8) menjadi bentuk hubungan linear dalam parameternya. Akan tetapi X_{1i} dan X_{2i} adalah non-stokastik dan u_i memenuhi semua asumsi model regresi linear klasik, maka metode "maximum likelihood" digunakan untuk menaksir model semacam itu.

b. Fungsi Produksi CES (Constan Elasticity of Subtitution)

Bentuk fungsi produksi CES adalah sebagai berikut:

$$Y_i = A[\alpha K_i^{-\tau} + (1-\alpha)L_i^{-\tau}]^{-v/\tau} e^{u_i} \quad (2.11)$$

Dimana:

Y_i	= Output
K_i	= Input kapital
L_i	= Input tenaga kerja
A, α, v dan τ	= Parameter
e	= 2,71828

B. Asumsi Regresi

Menurut Santosa dan Ashari (2005) asumsi-asumsi yang ada pada analisis regresi adalah: uji normalitas, uji multikolinearitas, uji autokorelasi, uji heteroskedastisitas.

1. Uji Normalitas

Menurut Hakim (2002: 246) normalitas, yaitu asumsi bahwa nilai-nilai Y untuk tiap X tertentu didistribusikan secara normal disekitar meannya. Dalam model regresi linear, asumsi ini menandakan bahwa distribusi dari error sampling $\in$ adalah normal. Asumsi ini diperlukan dalam berbagai uji hipotesis atau penaksiran selang dalam analisis regresi.

Asumsi normalitas sangat erat hubungannya dengan sifat ketidakbiasan estimator dan inferensi untuk mencari nilai parameter yang sesungguhnya (*true parameter*). Asumsi normalitas mensyaratkan bahwa perilaku unsur gangguan yang random didistribusikan secara normal atau mendekati normal. Untuk menguji asumsi ini bisa dilakukan pada data residual dengan mengevaluasi bentuk distribusinya dalam hal *skewnes* (kemencengan) dan *kurtosis* (peruncingan). Distribusi dianggap normal jika skewnes semakin mendekati 0 dan kurtosis mendekati 3 (http://www.geocities.com/mohtar_unijoyo/ekonometrika.pdf, Diakses tanggal 9 Desember 2007).

Menurut Wahyudi dan Mardiyah (2006: 14) menguji dalam sebuah model regresi yaitu variabel dependent, variabel independent atau keduanya mempunyai distribusi normal ataukah tidak. Model regresi yang baik adalah distribusi data normal atau mendekati normal. Untuk mendeteksi normalitas dapat melihat grafik normal P-P *Plot of Regression standardized Residual*. Deteksi dengan melihat penyebaran data (titik) pada sumbu diagonal dari grafik.

Dasar pengambilan keputusan antara lain: (1) jika data menyebar disekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal, maka model regresi memenuhi asumsi normalitas, serta (2) jika data menyebar jauh dari garis diagonal dan atau tidak mengikuti arah garis diagonal, maka model regresi tidak memenuhi asumsi normalitas (info.stieperbanas.ac.id/makalah/K-AUDI01.pdf?, Diakses tanggal 5 Januari 2008).

2. Uji Multikolinearitas

Istilah multikolinieritas digunakan untuk menunjukkan adanya hubungan linear diantara variabel-variabel bebas dalam model regresi. Bila variabel-variabel bebas berkorelasi dengan sempurna, maka disebut "multikolinieritas sempurna" (*perfeck multicolinearity*). Penggunaan kata multikolinieritas disini dimaksudkan untuk menunjukkan adanya derajat kolinearitas yang tinggi diantara variabel-variabel beba. Bila variabel-variabel bebas berkorelasi secara sempurna, maka metode kuadrat terkecil tidak bisa digunakan. Variabel-variabel dikatakan *orthogonal* jika variabel-variabel tersebut tidak berkorelasi. Hal ini merupakan salah satu kasus tidak adanya multikolinieritas (Sumodiningrat, 2007: 257).

Adanya multikolinieritas mengakibatkan penaksir-penaksir kuadrat terkecil, menjadi tidak efisien. Oleh karena itu, masalah multikolinieritas harus dianggap sebagai suatu kelemahan (*black mark*) yang mengurangi keyakinan dalam uji signifikani konvensional terhadap penaksir-penaksir kuadrat terkecil.

Akibat-akibat multikolinieritas:

a. Penaksir-penaksi kuadrat terkecil tidak bisa ditentukan (*indeterminate*).
b. Varian dan kovarian dari penaksir-penaksir menjadi tak terhingga besarnya (*infinitely large*) (Sumodiningrat, 2007: 259).

3. Uji Autokorelasi

Autokorelasi antar unsur gangguan adalah adanya korelasi antar unsur gangguan. Secara teknis perhitungan, autokorelasi sebenarnya merupakan salah satu bagian dalam perhitungan varian dari koefisien regresi, yakni unsur $2k_i k_j \mu_i \mu_i$ untuk $i \neq j$. Jika tidak ada korelasi antar unsur gangguan, maka covarians antar unsur gangguan dimaksud adalah sama dengan nol, yakni $E(\mu_i \mu_j) = 0$. Sebagai akibatnya, nilai dari unsur ini dalam perhitungan varian koefisien regresi adalah sama dengan nol. Apabila digabungkan dengan asumsi homoskedastisitas, maka nilai varians dari koefisien regresi OLS memang sangat efisien (minimum). (http://www.geocities.com/mohtar_unijoyo/ekonometrika.pdf, Diakses tanggal 9 Desember 2007).

Statistik Durbin-Watson untuk Mendeteksi Autokorelasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat ketergantungan diantara sisa. Sisa dikatakan bebas bila tidak ada korelasi antara ε_i dan ε_j untuk $i \neq j$ sehingga ($\varepsilon_i, \varepsilon_j$) = 0. Jika terdapat urutan waktu pengamatan, maka dapat dihitung dengan autokorelasi dari sisanya. Untuk mengetahui ada tidaknya korelasi antar sisa hipotesa yang diuji adalah sebagai berikut :

H_0 : tidak ada korelasi antar sisaan

H_1 : ada korelasi antar sisaan

Adapun statistik uji yang digunakan adalah:

$$d_{hitung} = \frac{\sum_{i=1} (\varepsilon_i - \varepsilon_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^{2}} \qquad (2.12)$$

Dengan tabel Durbin Watson dapat dicari daerah kritis dengan mengambil d_u sebagai batas atas dan d_L sebagai batas bawah dengan taraf nyata α. Kriteria pengujian dan kesimpulan yang didapatkan adalah sebagai berikut :

1. $d_u < d_{hitung} < 4 - d_u$, maka diterima H_0, berarti tidak terdapat autokorelasi antar sisanya.
2. $d_{hitung} < d_L$ atau $d_{hitung} > 4 - d_L$, maka tolak H_0, terdapat autokorelasi pada sisa.
3. $d_L \leq d_{hitung} \leq d_u$ atau $4 - d_u \leq d_{hitung} \leq 4 - d_L$, maka tidak dapat disimpulkan ada tidaknya autokorelasi pada sisa.

Hal ini dapat dilihat dari kecondongan d_{hitung}. Jika d_{hitung} lebih condong ke daerah autokorelasi maka dapat disimpulkan adanya autokorelasi, sebaliknya jika lebih condong ke daerah yang tidak ada autokorelasi maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada autokorelasi pada sisa (Hendro Permadi, 1999: 33-34).

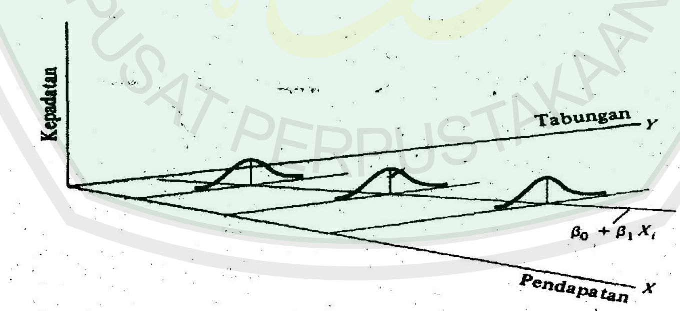
4. Uji Heteroskedastisitas

Asumsi model regresi berikutnya adalah varian dari unsur gangguan pada setiap observasi diasumsikan konstan. Secara teknis asumsi ini sebagai homoskedastisitas. Asumsi ini sangat penting artinya dalam analisis regresi mengingat kaitannya dengan estimasi standart error koefisien regresi. Sebagaimana diketahui bahwa standart error ini memiliki peran dalam pembentukan nilai *t* hitung. Oleh karena itu jika asumsi ini tidak dipenuhi maka hasil uji *t* tidak sahih karena nilai *t* hitung bisa *overvalued*. Konsekwensinya, sebuah koefisien yang seharusnya dinyatakan tidak signifikan bisa dinyatakan signifikan. Tentu saja kesimpulan ini sangat menyesatkan. http://www.geocities.com/mohtar_unijoyo/ekonometrika.pdf

Varians tiap unsur disturbance ε_i, tergantung (conditional) pada nilai yang dipilih dari variabel yang menjelaskan, adalah suatu angka konstan yang sama dengan σ^2. Ini merupakan asumsi homoskedastisitas, atau penyebaran (scedasticity) sama (homo), yaitu varians yang sama. Dengan menggunakan lambang,

$$E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 \qquad (2.13)$$

Secara diagram, dalam regresi dua-variabel homoskedastisitas dapat ditunjukkan pada gambar 2.1, varian bersyarat dari Y_i (yang sama dari varian ε_i), tergantung pada nilai X_i tertentu, tetap sama tidak peduli nilai yang diambil untuk variabel *X*.



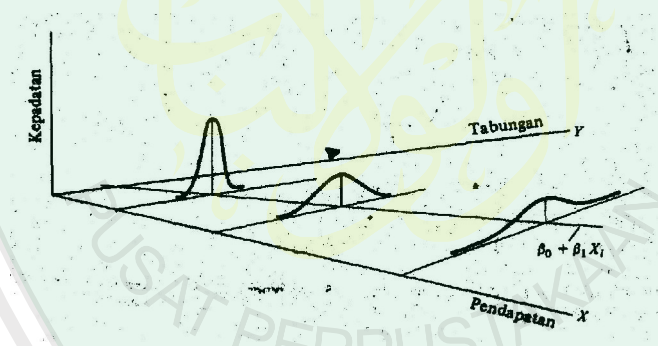
Gambar 2.1 Homoskedastisitas

Sebaliknya, perhatikan gambar 2.2, yang menunjukkan bahwa varian bersyarat dari Y_i meningkat dengan meningkatnya X_i. Disini, varian Y_i tidak sama. Jadi terdapat heteroskedastisitas. Dengan menggunakan lambang,

$$E(\varepsilon_i^2) = \sigma_i^2 \tag{2.14}$$

(Gujarati, 1978: 177-178).

Jika varian ε_i sama pada setiap titik atau untuk seluruh nilai X_i, maka pola tertentu (*definite restriction*) akan terbentuk bila sebaran Y_i diplot dengan sebaran X_i. Bila digambarkan dalam tiga dimensi, polanya akan mendekati pola pada Gambar 2.1. Sebaliknya, Gambar 2.2 menunjukkan varian kondisional dari Y_i (yaitu u_i) naik dengan naiknya X_i (Sumodiningrat, 2007: 239).



Gambar 2.2 Heteroskedastisitas

Menurut Koutsoyiannis dalam Diastari (2005: 6) arti dari asumsi homoskedaktisitas adalah varian dari tiap ε_i, σ_ε^2, tidak bergantung pada nilai X atau dapat dikatakan bahwa σ_ε^2 bukan merupakan fungsi dari X_i, $\sigma_\varepsilon^2 \neq f(X_i)$. Sedangkan yang dimaksud dengan heteroskedaktisitas adalah jika nilai varian residual, σ_ε^2, tidak konstan dan nilainya tergantung pada nilai X_i atau

$\sigma_{\varepsilon}^{2} = f(X_i)$. Berkaitan dengan homoskedastisitas, dalam Qs Al-Hajj ayat 64 disebutkan bahwa segala apa yang ada di langit dan di bumi semuanya adalah milik Allah.

لَّهُۥ مَا فِى ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَمَا فِى ٱلْأَرْضِ ۗ وَإِنَّ ٱللَّهَ لَهُوَ ٱلْغَنِىُّ ٱلْحَمِيدُ ﴿٦٤﴾

"Milik-Nyalah apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi. Dan Allah benar-benar Maha kaya, Maha terpuji" (Qs. Al-Hajj/ 22: 64).

Jika dikaitkan dengan asumsi homoskedastisitas maka segala sesuatu baik yang ada di langit maupun yang ada di bumi adalah hak milik Allah, manusia di dunia boleh saja menganggap hartanya ketika di dunia adalah miliknya, akan tetapi hukum Allah telah menetapkan bahwa semuanya termasuk manusia itu sendiripun adalah milik Allah. Jadi apapun pengakuan dari manusia tentang kepemilikan semua apa yang ada di bumi tidak berpengaruh atau tidak ada gunanya karena segala sesuatu berasal dari tuhan dan akan kembali ke yang Satu (Allah)

$\boxed{\text{Segala apa yang ada di langit dan di bumi}} \longrightarrow \boxed{\text{Allah Swt}}$

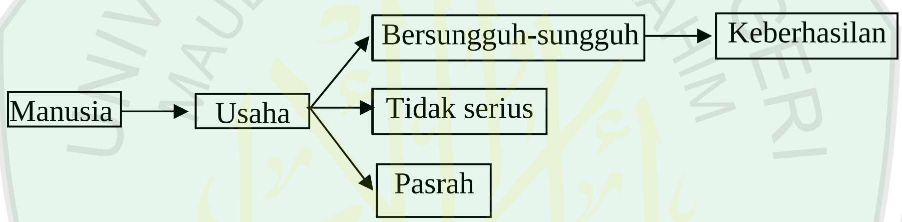
Sedangkan mengenai heteroskedastisitas dalam Qs. Ar-Ra'd ayat 11 Allah menjelaskan:

إِنَّ ٱللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا۟ مَا بِأَنفُسِهِمْ ۗ

"Sesunggunya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan mereka sendiri".

Dari ayat diatas menjelaskan bahwa agar kita selalu berusaha mengubah keadaan menjadi lebih baik, dengan segala ikhtiar dan usaha untuk tidak menyerah kepada nasib. Sedangkan jika dikaitkan dengan kondisi yang heteroskedastisitas yang menyatakan bahwa nilai ragam sisaan, σ_{ε}^{2}, tidak konstan dan nilainya tergantung pada nilai X_i maka jika kita berusaha terus menerus untuk menjadi lebih baik atau misalnya kita ingin mendapatkan sesuatu, maka tingkat kegagalan akan semakin menurun, sebab usaha yang kita lakukan semakin meningkat. Dari sini bisa terlihat bahwa keberhasilan tergantung pada kesungguhan dari usaha kita.

Sebagaimana digambarkan berikut ini:



Menurut Wahyudi dan Mardiyah (2006: 15) hateroskedastisitas terjadi jika varian dari residual suatu pengamatan ke pengamatan lain adalah tidak sama. Model regresi yang baik adalah tidak terjadi heteroskedastisitas.

Ada beberapa cara untuk mendeteksi adanya heteroskedastisitas yang diantaranya adalah dengan menggunakan uji Glejser.

a. Uji Glejser

Menurut Gujarati (1995) dalam Wahyudi dan Mardiyah (2006: 15) menyatakan: deteksi heteroskedastisitas dapat menggunakan uji Glejser. Uji Glejser dilakukan dengan cara meregresikan variabel independent dengan residual. Jika hasil uji Glejser signifikan, maka telah terjadi heteroskedastisitas. Sedangkan jika hasil uji tidak signifikan, maka model regresi tersebut bebas heteroskedastisitas.

Pada dasarnya uji ini berdasarkan atas uji persamaan regresi dari harga mutlak sisa, $|\varepsilon_i|$, terhadap X_i. jadi disini $|\varepsilon_i|$ sebagai peubah tak bebas dan X_i sebagai peubah bebasnya. Bentuk hubungan yang sebenarnya dari ε_i dan X_i umumnya tidak diketahui. Oleh karena itu biasanya kita mengajukan lebih dari satu bentuk hubungan (Yitnosumarto, 1985: 138).

Menurut Sunodiningrat (2007: 434) Bentuk-bentuk fungsi yang disarankan Glejser adalah:

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_i X_i + v_i \tag{2.15}$$

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_i \sqrt{X_i} + v_i \tag{2.16}$$

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_i \frac{1}{X_i} + v_i \tag{2.17}$$

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} + v_i \tag{2.18}$$

Di mana $i = 1,2,...,k$ dan v_i adalah unsur kesalahan.

b. Langkah-langkah pengujian heteroskedastisitas dengan menggunakan uji Glejser adalah:

1. Menentukan residual dari model persamaan yang akan di uji.
2. Regresikan variabel harga mutlak residual atau $|\varepsilon_i|$ terhadap X dengan berbagai bentuk hubungan yang ada dalam persamaan-persamaan uji Glejser .
3. Menentukan varian dari model persamaan yang akan diuji.

c. Cara Mengatasi Persoalan Heteroskedastisitas

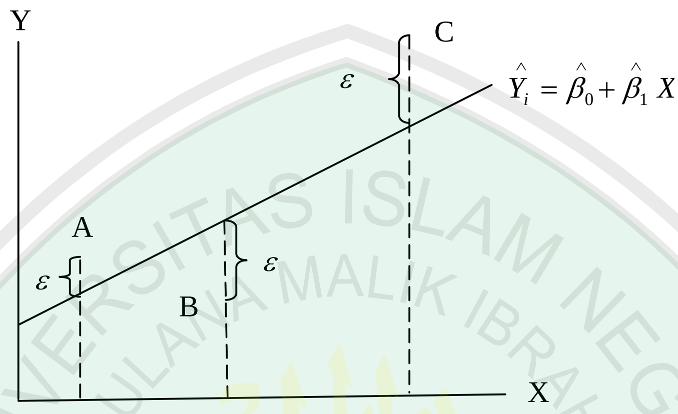
Menurut Supranto (2004: 61-62) heteroskedastisitas tidak merusak sifat-sifat *ketidakbiasan* dan konsisten dari pemerkira OLS, *tetapi tidak lagi efisien, bahkan tidak juga secara asimptotis* (yang seharusnya berlaku untuk sampel besar). Kekurangan sifat efisiensi ini membuat prosedur pengujian hipotesa yang biasa berkurang nilainya atau meragukan hasilnya. Maka dari itu perlu adanya penyempurnaan, perlu diatasi. Ada dua pendekatan, pertama kalau σ_i^2 diketahui, kedua kalau σ_i^2 tidak diketahui.

1. **Jika σ_i^2 diketahui: Metode Kuadrat terkecil Terbobot (Weighted Least Squeres)**

Jika σ_i^2 diketahui atau dapat ditaksir, metode yang paling jelas dan berkaitan dengan heteroskedastisitas adalah dengan *kuadrat terkecil tertimbang* (*weigted least squeres*). Untuk menggambarkan metode ini, perhatikan persamaan dibawah:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_i X_i + \varepsilon_i \qquad (2.19)$$

Metode kuadrat terkecil biasa atau tak tertimbang diperoleh dengan meminimumkan RSS: $\sum \varepsilon_i^2 = \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i X_i)^2$ terhadap yang tidak diketahui (unknown). Dalam meminimumkan RSS ini, metode kuadrat tak tertimbang secara implisit memberikan bobot yang sama untuk tiap ε_i^2. Jadi, dalam diagram pencar hipotesis pada Gambar 2.3, titik *A*, *B*, dan *C* semuanya mempunyai bobot yang sama dalam perhitungan $\sum \varepsilon_i^2$. Jelas dalam kasus ini ε_i^2 yang berkaitan dengan titik *C* akan mendominasi RSS.



Gambar 2.3

Metode kuadrat terkecil tertimbang memperhitungkan titik-titik ekstrim seperti C dalam Gambar 2.3, dengan meminimumkan bukan RSS biasa atau yang tak tertimbang, tetapi RSS berikut ini:

$$\text{Min: } \sum \varepsilon_i^2 = \sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i X_i)^2 \qquad (2.20)$$

Dimana w_i, sebagai bobotnya, adalah beberapa konstanta (nonstokhastik) dan dimana $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ adalah penaksir kuadrat terkecil tertimbang. w_i tadi dipilih dengan cara sedemikian rupa sehingga observasi yang ekstrim (misalnya C dalam Gambar 2.3) mendapatkan bobot yang lebih kecil. Jika diketahui, maka dapat memisalkan

$$w_i = \frac{1}{\sigma_i^2} \qquad (2.21)$$

Yaitu, bobot observasi proporsional secara kebalikan (inversely proportional) terhadap σ_i^2 (Gujarati, 1978: 190).

Penduga untuk β_0 dan β_i yang terboboti sebagai berikut:

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i y_i^* x_i^*}{\sum w_i x_i^{*2}}$$

Dan $\hat{\beta}_o = \overline{Y}^* - \beta_1^* \overline{X}^*$ (2.22)

Dimana $y_i^* = Y_i - \overline{Y}^*$ dan $x_i^* = X_i - \overline{X}^*$ menyatakan bentuk deviasi dari rata-rata sampel terboboti, dan w_i adalah pembobot (Gujarati dalam Diastari, 2005: 19).

2. Jika σ_i^2 tidak diketahui

Asumsi 1 : $E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 X_i^2$ (2.23)

Jika semata-mata karena metode grafik "spekulasi", atau pendekatan Park dan Glejser dipercayai bahwa varians dari ε_i proporsional terhadap kuadrat variabel yang menjelaskan *X*, maka bisa mentransformasikan model asli dengan cara berikut: bagi model asli dan seluruhnya dengan X_i.

$$\frac{Y_i}{X_i} = \frac{\beta_0}{X_i} + \beta_i + \frac{\varepsilon_i}{X_i}$$

$$= \beta_0 \frac{1}{X_i} + \beta_i + v_i \qquad (2.24)$$

Dimana v_i adalah unsur gangguan yang telah ditransformasikan dan sama dengan $\frac{\varepsilon_i}{X_i}$. Sekarang mudah untuk membuktikan bahwa

$$E(v_i^2) = E(\frac{\varepsilon_i}{X_i})^2 = \frac{1}{X_i^2} E(\varepsilon_i^2)$$

$= \sigma^2$ dengan menggunakan rumus (2.23)

Jadi, varians v_i homoskedastik.jadi OLS dapat diterapkan terhadap persamaan yang telah ditransformasikan (2.24) dengan meregresikan $\frac{Y_i}{X_i}$ terhadap $\frac{1}{X_i}$.

Asumsi 2: $E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 X_i$ (2.25)

Apabila dipercaya bahwa varians dari ε_i bukannya proporsional terhadap X_i kuadrat tetapi proporsional terhadap X_i itu sendiri, maka model yang asli dapat ditransformasikan sebagai berikut:

$$\frac{Y_i}{\sqrt{X_i}} = \frac{\beta_0}{\sqrt{X_i}} + \beta_i \sqrt{X_i} + \frac{\varepsilon_i}{\sqrt{X_i}}$$

$$= \beta_0 \frac{1}{\sqrt{X_i}} + \beta_i \sqrt{X_1} + v_i \qquad (2.26)$$

Dimana $v_i = \frac{\varepsilon_i}{\sqrt{X_i}}$ dan dimana $X_i > 0$.

Dengan asumsi 2, dapat segera dibuktikan bahwa $E(v_i^2) = \sigma^2$, suatu keadaan homoskedastik. Selanjutnya OLS dapat diterapkan terhadap (2.24), dengan meregresikan $\frac{Y_i}{\sqrt{X_i}}$ terhadap $\frac{1}{\sqrt{X_i}}$ dan $\sqrt{X_i}$ (Gujarati, 1978: 191-192).

Asumsi 3: $E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 [E(Y_i)]^2$ (2.27)

Persamaan (2.27) menyatakan bahwa varian (ε_i) proporsional terhadap nilai harapan Y kuadrat.

$$E(Y_i) = \beta_0 + \beta_i X_i$$

Kalau ditransformasikan menjadi

$$\frac{Y_i}{E(Y_i)} = \frac{\beta_0}{E(Y_i)} + \beta_i \frac{X_i}{E(Y_i)} + \frac{\varepsilon_i}{E(Y_i)}$$

$$= \beta_0 (\frac{1}{E(Y_i)}) + \beta_i \frac{X_i}{E(Y_i)} + v_i \qquad (2.28)$$

Di mana $v_i = \frac{\varepsilon_i}{E(Y_i)}$, dapat dilihat bahwa $E(v_i^2) = \sigma^2$, artinya kesalahan pengganggu v_i homoskedastik (Supranto, 2004: 65-66).

Tetapi transformasi (2.28) tidak operasional karena $E(Y_i)$ tergantung pada β_0 dan β_i, yang tidak diketahui. $\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_i X_i$ yang merupakan taksiran daripada $E(Y_i)$. Oleh karena itu, bisa dilanjutkan dalam dua langkah: Pertama dengan melakukan regresi OLS biasa tanpa memperhatikan heteroskedastisitas dan mendapatkan $\hat{Y}_i$. Kemudian dengan menggunakan $\hat{Y}_i$, yang ditaksir, dapat ditransformasikan model sebagai berikut:

$$\frac{Y_i}{\hat{Y}_i} = \beta_0 (\frac{1}{\hat{Y}_i}) + \beta_i (\frac{X_i}{\hat{Y}_i}) + v_i \qquad (2.29)$$

Di mana $v_i = (\frac{\varepsilon_i}{\hat{Y}_i})$. Langkah 2, melakukan regresi (2.29). Meskipun Y_i tidak tepat sama dengan $E(Y_i)$, Y_i tadi merupakan penaksir yang konsisten, yaitu dengan meningkatkan ukuran sampel dengan tak terbatas, Y_i mengarah ke $E(Y_i)$ yang sebenarnya.

Asumsi 4: Trasformasi log

Jika persamaan $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$ transformasi yang dilakukan adalah:

$$In\ Y_i = \beta_0 + \beta_1\ In\ X_i + \varepsilon_i \tag{2.30}$$

Transformasi logaritma seringkali akan mengurangi heteroskedastisitas. Hal ini disebabkan karena transformasi tersebut memampatkan skala untuk pengukuran peubah dengan mengurangi perbedaan kedua nilai dari sepuluh kali lipat menjadi dua kali lipat. Misalkan angka 80 dan 8 memiliki perbedaan sepuluh kali, namun In 80 = 4.3820 dan In 8 = 2.0794, hanya memiliki perbedaan dua kali lipat. Transformasi logaritma dapat digunakan apabila tidak terdapat nilai nol atau negatif pada peubah *X* atau *Y* (Gujarati (2003) dalam Diastari, 2005: 23).

5. Uji Linearitas

Linearitas, yaitu hubungan antara variabel dependen dengan variabel independen adalah linear (Hakim, 2002: 247).

Pengujian linearitas dimaksudkan untuk mengetahui linearitas hubungan antara variabel bebas dengan variabel tergantung, selain itu uji linearitas ini juga dapat diharapkan mengetahui taraf signifikansi penyimpangan dari linearitas hubungan tersebut. Apabila penyimpangan yang ditemukan tidak signifikan, maka hubungan antara variabel bebas dengan variabel tergantung adalah linear (www.damandiri.or.id/file/ulfahmariaugmbab4.pdf, Diakses tanggal 13 Januari 2008).

BAB III

PEMBAHASAN

A. Analisis Regresi Non Linear Model Eksponensial Secara Matematis

Regresi non linear dibagi menjadi dua jenis yaitu model *linear intrinsik* dan model *nonlinear intrinsik*. Dalam regresi non linear ada bentuk persamaan yang dapat diubah menjadi bentuk linear yaitu model *linear intrinsik*. Salah satu model *linear intrinsik* yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah model eksponensial.

Model Eksponensial

Menurut Draper dan Smith (1992: 214) persamaan model eksponensial adalah:

$$Y_i = e^{\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \ldots + \beta_k X_{ki}} . \varepsilon_i \qquad (3.1)$$

Dengan:

Y_i	= Nilai pengamatan ke-i
$X_{1i},\ X_{2i}, \ldots X_{ki}$	= Nilai peubah X yang ke-$1i, 2i, \ldots, ki$
e	= 2.71828
$\beta_0, \beta_1, \beta_1, \ldots, \beta_k$	= Parameter
ε_i	= Galat atau residual ke-i

Dari persamaan diatas ternyata memenuhi model yang linear intrinsik.

Dengan melogaritmakan persamaan di atas maka persamaannya menjadi linear dalam bentuk:

$$In \quad Y_i = Ine^{\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_2 X_{2i}+...+\beta_k X_{ik}} In\varepsilon_i \tag{3.2}$$

$$InY_i = In(e^{\beta_0+\beta_1 X_{1i}+\beta_2 X_{2i}+...+\beta_k X_{ik}})In\varepsilon_i$$

$$InY_i = Ine^{\beta_0} + Ine^{\beta_1 X_{1i}} + Ine^{\beta_2 X_{2i}} + ... + Ine^{\beta_k X_{ki}} + In\varepsilon_i$$

$$InY_i = \beta_0 Ine + \beta_1 X_{1i} Ine + \beta_2 X_{2i} Ine + ... + \beta_k X_{ki} Ine + In\varepsilon_i$$

$$InY_i = \beta_0(1) + \beta_1 X_{1i}(1) + \beta_2 X_{2i}(1) + ... + \beta_k X_{ki}(1) + X_{ki} In\varepsilon_i$$

$$InY_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_k X_{ki} + In\varepsilon_i$$

$$InY_i - In\varepsilon_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_k X_{ki}$$

$$In(Y_i - \varepsilon_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_k X_{ki}$$

Untuk menghilangkan In pada ruas kiri maka persamaan pada ruas kanan dilogaritmakan sehingga persamaan menjadi:

$$Y_i - \varepsilon_i = In(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + ... + \beta_k X_{ki})$$

$$Y_i - \varepsilon_i = In\beta_0 + In\beta_1 X_{1i} + In\beta_2 X_{2i} + ... + In\beta_k X_{ki}$$

$$\varepsilon_i = Y_i - (In\beta_0 + In\beta_1 X_{1i} + In\beta_2 X_{2i} + ... + In\beta_k X_{ki}) \tag{3.3}$$

Sehingga nilai residual adalah $\varepsilon_i = Y_i - (In\beta_0 + In\beta_1 X_{1i} + In\beta_2 X_{2i} + ... + In\beta_k X_{ki})$

atau $\varepsilon_i = Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)$ (3.4)

Dimana $In\beta_i = (In\beta_1 X_{1i} + In\beta_2 X_{2i} + ... + In\beta_k X_{ik})$ dengan syarat $\beta_1, \beta_2, ..., \beta_k$ adalah saling bebas.

B. Penentuan Parameter Dalam Uji Glejser

Uji ini berdasarkan atas uji persamaan regresi dari harga mutlak sisa yang diperoleh dari model eksponensial atau $|\varepsilon_i|$ pada *X*. Jadi, $|\varepsilon_i|$ sebagai peubah tak bebas dan *X* sebagai peubah bebas. Bentuk persamaan yang digunakan adalah:

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_i X_i + v_i \tag{3.5}$$

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_i \sqrt{X_i} + v_i \tag{3.6}$$

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_i \frac{1}{X_i} + v_i \tag{3.7}$$

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} + v_i \tag{3.8}$$

Di mana $i = 1,2,...,k$ dan v_i adalah unsur kesalahan atau residual.

Setelah residual didapatkan dari bentuk linear model eksponensial maka langkah selanjutnya adalah menentukan parameter pada masing-masing persamaan dari uji Glejser .

Untuk mendapatkan masing-masing parameter pada persamaan diatas maka digunakan metode kuadrat terkecil tertimbang (*Weighted Least Squeres*).

1. Persamaan (3.5)

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_i X_i + v_i$$

Karena $|\varepsilon_i|$ sebagai peubah tak bebasnya, untuk mempermudah maka $|\varepsilon_i|$ ditulis sebagai Y_i dan v_i sebagai residualnya atau bisa ditulis dengan ε_i. Sehingga persamaan menjadi:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_i X_i + \varepsilon_i$$

Dengan menggunakan prinsip metode kuadrat terkecil tertimbang yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual.

$$\sum \varepsilon_i^2 = \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_i X_i)^2 \tag{3.9}$$

Untuk mendapatkan taksiran, yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual tertimbang (weighted residual sum sequeres).

$$\sum w_i \varepsilon_i^2 = \sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i X_i)^2 \tag{3.10}$$

Dimana $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ adalah penaksir kuadrat tertimbang dan nilai w_i sedemikian sehingga:

$$w = \frac{1}{\sigma_i^2} \tag{3.11}$$

Untuk mendapatkan $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$, yaitu dengan mendiferensialkan persamaan (3.10) terhadap $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ maka didapatkan persamaan:

$$\frac{\partial \sum w_i \varepsilon_i^2}{\partial \hat{\beta}_0} = 0$$

$$2\sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i X_i)(-1) = 0 \tag{3.12}$$

$$\frac{\partial \sum w_i \varepsilon_i^2}{\partial \hat{\beta}_i} = 0$$

$$2\sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i X_i)(-X_i) = 0 \tag{3.13}$$

Dari persamaan (3.12) dan (3.13) diperoleh:

$$\sum w_i Y_i = \hat{\beta}_0 \sum w_i + \hat{\beta}_i \sum w_i X_i \tag{3.14}$$

$$\sum w_i X_i Y_i = \hat{\beta}_0 \sum w_i X_i + \hat{\beta}_i \sum w_i X_i^2 \tag{3.15}$$

Dari persamaan (3.14) didapatkan $\hat{\beta}_0$

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum w_i Y_i - \hat{\beta}_i \sum w_i X_i}{\sum w_i} \tag{3.16}$$

Dari persamaan (3.15) didapatkan $\hat{\beta}_i$ dan persamaan (3.16) disubtitusikan pada persamaan (3.15)

$$\hat{\beta}_i \sum w_i X_i^2 = \sum w_i X_i Y_i - \hat{\beta}_0 \sum w_i X_i \tag{3.17}$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i X_i^2 = \sum w_i X_i Y_i - \left(\frac{\sum w_i Y_i - \hat{\beta}_i \sum w_i X_i}{\sum w_i}\right) \sum w_i X_i$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i X_i^2 = \sum w_i X_i Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i X_i}{\sum w_i} + \frac{\hat{\beta}_i \sum (w_i X_i)^2}{\sum w_i}$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i X_i^2 - \frac{\hat{\beta}_i \sum (w_i X_i)^2}{\sum w_i} = \sum w_i X_i Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i X_i}{\sum w_i}$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i X_i^2 - \frac{\hat{\beta}_i \sum (w_i X_i)^2}{\sum w_i} = \sum w_i X_i Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i X_i}{\sum w_i}$$

$$\frac{\hat{\beta}_i (\sum w_i X_i^2 \sum (w_i X_i)^2)}{\sum w_i} = \sum w_i X_i Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i X_i}{\sum w_i}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i X_i Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i X_i}{\sum w_i}}{\sum w_i X_i^2 - \frac{\sum (w_i X_i)^2}{\sum w_i}} \tag{3.18}$$

Karena $|\varepsilon_i|$ sebagai peubah tak bebasnya maka Y_i diganti dengan $|\varepsilon_i|$. Maka nilai $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ menjadi:

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum w_i |\varepsilon_i| - \hat{\beta}_i \sum w_i X_i}{\sum w_i} \tag{3.19}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i X_i |\varepsilon_i| - \frac{\sum w_i |\varepsilon_i| \sum w_i X_i}{\sum w_i}}{\sum w_i X_i^2 - \frac{\sum (w_i X_i)^2}{\sum w_i}} \tag{3.20}$$

2. Persamaan (3.6)

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_i \sqrt{X_i} + v_i$$

Karena $|\varepsilon_i|$ sebagai peubah tak bebasnya, untuk mempermudah maka $|\varepsilon_i|$ ditulis sebagai Y_i dan v_i sebagai residualnya atau bisa dituliskan ε_i. Sehingga persamaan menjadi:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_i \sqrt{X_i} + \varepsilon_i \tag{3.21}$$

Dengan menggunakan prinsip metode kuadrat terkecil tertimbang yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual.

$$\sum \varepsilon_i^2 = \sum (Y_i - \beta_0 - \beta_i \sqrt{X_i})^2 \tag{3.22}$$

Untuk mendapatkan taksiran, yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual tertimbang (weighted residual sum sequeres).

$$\sum w_i \varepsilon_i^2 = \sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i \sqrt{X_i})^2 \tag{3.23}$$

Dimana $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ adalah penaksir kuadrat tertimbang dan nilai w_i sedemikian sehingga:

$$w = \frac{1}{\sigma_i^2}$$

Untuk mendapatkan $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ yaitu dengan mendiferensialkan persamaan (3.23) terhadap $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$, maka didapatkan persamaan:

$$\frac{\partial \sum w_i \varepsilon_i^2}{\partial \hat{\beta}_0} = 0$$

$$2\sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_1 \sqrt{X_i})(-1) = 0 \qquad (3.24)$$

$$\frac{\partial \sum w_i \varepsilon_i^2}{\partial \hat{\beta}_i} = 0$$

$$2\sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i \sqrt{X_i})(-\sqrt{X_i}) = 0 \qquad (3.25)$$

Dari persamaan (3.24) dan (3.25) diperoleh:

$$\sum w_i Y_i = \hat{\beta}_0 \sum w_i + \hat{\beta}_i \sum w_i \sqrt{X_i} \qquad (3.26)$$

$$\sum w_i \sqrt{X_i} Y_i = \hat{\beta}_0 \sum w_i \sqrt{X_i} + \hat{\beta}_i \sum w_i X_i \qquad (3.27)$$

Dari persamaan (3.26) didapatkan $\hat{\beta}_0$

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum w_i Y_i - \hat{\beta}_i \sum w_i \sqrt{X_i}}{\sum w_i} \qquad (3.28)$$

Dari persamaan (3.27) didapatkan $\hat{\beta}_i$ dan persamaan (3.28) disubtitusikan pada persamaan (3.27)

$$\hat{\beta}_i \sum w_i X_i = \sum w_i \sqrt{X_i} Y_i - \hat{\beta}_0 \sum w_i \sqrt{X_i} \tag{3.29}$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i X_i = \sum w_i \sqrt{X_i} Y_i - \left(\frac{\sum w_i Y_i - \hat{\beta}_i \sum w_i \sqrt{X_i}}{\sum w_i}\right) \sum w_i \sqrt{X_i}$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i X_i = \sum w_i \sqrt{X_i} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \sqrt{X_i}}{\sum w_i} + \frac{\hat{\beta}_i \sum (w_i \sqrt{X_i})^2}{\sum w_i}$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i X_i - \frac{\hat{\beta}_i \sum (w_i \sqrt{X_i})^2}{\sum w_i} = \sum w_i \sqrt{X_i} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \sqrt{X_i}}{\sum w_i}$$

$$\frac{\hat{\beta}_i (\sum w_i X_i \sum (w_i \sqrt{X_i})^2)}{\sum w_i} = \sum w_i \sqrt{X_i} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \sqrt{X_i}}{\sum w_i}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \sqrt{X_i} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \sqrt{X_i}}{\sum w_i}}{\sum w_i X_i - \frac{\sum (w_i \sqrt{X_i})^2}{\sum w_i}} \tag{3.30}$$

Karena $|\varepsilon_i|$ sebagai peubah tak bebasnya maka Y_i diganti dengan $|\varepsilon_i|$. Maka nilai $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ menjadi:

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum w_i |\varepsilon_i| - \hat{\beta}_i \sum w_i \sqrt{X_i}}{\sum w_i} \tag{3.31}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \sqrt{X_i} |\varepsilon_i| - \frac{\sum w_i |\varepsilon_i| \sum w_i \sqrt{X_i}}{\sum w_i}}{\sum w_i X_i - \frac{\sum (w_i \sqrt{X_i})^2}{\sum w_i}} \tag{3.32}$$

3. Persamaan (3.7)

$$\left|\varepsilon_i\right| = \beta_0 + \beta_i \frac{1}{X_i} + v_i$$

Karena $\left|\varepsilon_i\right|$ sebagai peubah tak bebasnya, untuk mempermudah maka $\left|\varepsilon_i\right|$ ditulis sebagai Y_i dan v_i sebagai residualnya atau bisa ditulis dengan ε_i. Sehingga persamaan menjadi:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_i \frac{1}{X_i} + \varepsilon_i \tag{3.33}$$

Dengan menggunakan prinsip metode kuadrat terkecil tertimbang yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual.

$$\sum \varepsilon_i^2 = \sum (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i \frac{1}{X_i})^2 \tag{3.34}$$

Untuk mendapatkan taksiran, maka dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual tertimbang (weighted residual sum sequeres).

$$\sum w_i \varepsilon_i^2 = \sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i \frac{1}{X_i})^2 \tag{3.35}$$

Dimana $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ adalah penaksir kuadrat tertimbang dan nilai w_i sedemikian sehingga:

$$w = \frac{1}{\sigma_i^2}$$

Untuk mendapatkan $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$, maka dengan mendifferensialkan persamaan (3.35) terhadap $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$, maka didapatkan persamaan:

$$\frac{\partial \sum w_i \varepsilon_i^2}{\partial \hat{\beta}_0} = 0$$

$$2\sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i \frac{1}{X_i})(-1) = 0 \tag{3.35}$$

$$\frac{\partial \sum w_i \varepsilon_i^2}{\partial \hat{\beta}_i} = 0$$

$$2\sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i \frac{1}{X_i})(-\frac{1}{X_i}) = 0 \tag{3.36}$$

Dari persamaan (3.35) dan (3.36) diperoleh:

$$\sum w_i Y_i = \hat{\beta}_0 \sum w_i + \hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i} \tag{3.37}$$

$$\sum w_i \frac{1}{X_i} Y_i = \hat{\beta}_0 \sum w_i \frac{1}{X_i} + \hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i^2} \tag{3.38}$$

Dari persamaan (3.37) didapatkan $\hat{\beta}_0$

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum w_i Y_i - \hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i}}{\sum w_i} \tag{3.39}$$

Dari persamaan (3.38) didapatkan $\hat{\beta}_i$ kemudian persamaan (3.39) disubtitusikan pada persamaan (3.38)

$$\hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i^2} = \sum w_i \frac{1}{X_i} Y_i - \hat{\beta}_0 \sum w_i \frac{1}{X_i} \tag{3.40}$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i^2} = \sum w_i \frac{1}{X_i} Y_i - (\frac{\sum w_i Y_i - \hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i}}{\sum w_i}) \sum w_i \frac{1}{X_i}$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i^2} = \sum w_i \frac{1}{X_i} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \frac{1}{X_i}}{\sum w_i} + \frac{\hat{\beta}_i \sum (w_i \frac{1}{X_i})^2}{\sum w_i}$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i^2} - \frac{\hat{\beta}_i \sum (w_i \frac{1}{X_i})^2}{\sum w_i} = \sum w_i \frac{1}{X_i} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \frac{1}{X_i}}{\sum w_i}$$

$$\frac{\hat{\beta}_i (\sum w_i \frac{1}{X_i^2} \sum (w_i \frac{1}{X_i})^2)}{\sum w_i} = \sum w_i \frac{1}{X_i} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \frac{1}{X_i}}{\sum w_i}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \frac{1}{X_i} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \frac{1}{X_i}}{\sum w_i}}{\sum w_i \frac{1}{X_i^2} - \frac{\sum (w_i \frac{1}{X_i})^2}{\sum w_i}} \tag{3.41}$$

Karena $|\varepsilon_i|$ sebagai peubah tak bebasnya maka Y_i diganti dengan $|\varepsilon_i|$. Maka nilai $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ menjadi:

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum w_i |\varepsilon_i| - \hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i}}{\sum w_i} \tag{3.42}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \frac{1}{X_i} |\varepsilon_i| - \frac{\sum w_i |\varepsilon_i| \sum w_i \frac{1}{X_i}}{\sum w_i}}{\sum w_i \frac{1}{X_i^2} - \frac{\sum (w_i \frac{1}{X_i})^2}{\sum w_i}} \tag{3.43}$$

4. Persamaan (3.8)

$$|\varepsilon_i| = \beta_0 + \beta_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} + v_i$$

Karena $|\varepsilon_i|$ sebagai peubah tak bebasnya, untuk mempermudah maka $|\varepsilon_i|$ ditulis sebagai Y_i dan v_i sebagai residualnya atau bisa ditulis dengan ε_i. Sehingga persamaan menjadi:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} + \varepsilon_i \qquad (3.44)$$

Dengan menggunakan prinsip metode kuadrat terkecil tertimbang yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual.

$$\sum \varepsilon_i^2 = \sum w_i (Y_i - \beta_0 - \beta_i \frac{1}{\sqrt{X_i}})^2 \qquad (3.45)$$

Untuk mendapatkan taksiran, yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat residual tertimbang (weighted residual sum sequeres).

$$\sum w_i \varepsilon_i^2 = \sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i \frac{1}{\sqrt{X_i}})^2 \qquad (3.46)$$

Dimana $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ adalah penaksir kuadrat tertimbang dan nilai w_i sedemikian sehingga:

$$w = \frac{1}{\sigma_i^2}$$

Untuk mendapatkan $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$, maka dengan mendiferensialkan persamaan (3.46) terhadap $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$, maka didapatkan persamaan:

$$\frac{\partial \sum w_i \varepsilon_i^2}{\partial \hat{\beta}_0} = 0$$

$$2\sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i \frac{1}{\sqrt{x_I}})(-1) = 0 \qquad (3.47)$$

$$\frac{\partial \sum w_i \varepsilon_i^2}{\partial \hat{\beta}_i} = 0$$

$$2\sum w_i (Y_i - \hat{\beta}_0 - \hat{\beta}_i \frac{1}{\sqrt{X_i}})(-\frac{1}{\sqrt{X_i}}) = 0 \qquad (3.48)$$

Dari persamaan (3.47) dan (3.48) diperoleh:

$$\sum w_i Y_i = \hat{\beta}_0 \sum w_i + \hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} \qquad (3.49)$$

$$\sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} Y_i = \hat{\beta}_0 \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} + \hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i} \qquad (3.50)$$

Dari persamaan (3.49) didapatkan $\hat{\beta}_0$

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum w_i Y_i - \hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}}{\sum w_i} \qquad (3.51)$$

Dari persamaan (3.50) didapatkan $\hat{\beta}_i$ kemudian persamaan (3.51) disubtitusikan pada persamaan (3.50)

$$\hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i} = \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} Y_i - \hat{\beta}_0 \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} \qquad (3.51)$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i} = \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} Y_i - \left(\frac{\sum w_i Y_i - \hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}}{\sum w_i} \right) \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i} = \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}}{\sum w_i} + \frac{\hat{\beta}_i \sum (w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}})^2}{\sum w_i}$$

$$\hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{X_i} - \frac{\hat{\beta}_i \sum (w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}})^2}{\sum w_i} = \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}}{\sum w_i}$$

$$\frac{\hat{\beta}_i (\sum w_i \frac{1}{X_i} \sum (w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}})^2)}{\sum w_i} = \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}}{\sum w_i}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} Y_i - \frac{\sum w_i Y_i \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}}{\sum w_i}}{\sum w_i \frac{1}{X_i} - \frac{\sum (w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}})^2}{\sum w_i}} \tag{3.52}$$

Karena $|\varepsilon_i|$ sebagai peubah tak bebasnya maka Y_i diganti dengan $|\varepsilon_i|$. Maka nilai $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ menjadi:

$$\hat{\beta}_0 = \frac{\sum w_i |\varepsilon_i| - \hat{\beta}_i \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}}{\sum w_i} \tag{3.53}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} |\varepsilon_i| - \frac{\sum w_i |\varepsilon_i| \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}}{\sum w_i}}{\sum w_i \frac{1}{X_i} - \frac{\sum (w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}})^2}{\sum w_i}} \qquad (3.54)$$

Dari ke-empat model persamaan pada uji Glejser didapatkan rumus penduga parameter $\hat{\beta}_0$ dan $\hat{\beta}_i$ dengan metode kuadrat terkecil tertimbang (WLS), dimana nilai *X* mengikuti persamaan dalam uji Glejser.

C. Pengujian Heteroskedastisitas Pada Regresi Non Linear Dengan Menggunakan Uji Glejser

Menurut Gujarati 1978 menyatakan bahwa varian tiap unsur disturbance ε_i, tergantung (conditional) pada nilai yang dipilih dari variabel yang menjelaskan, adalah suatu angka konstan yang sama dengan σ^2. Ini merupakan asumsi homoskedastisitas, atau mempunyai varian yang sama. Dengan menggunakan lambang,

$$E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2 \qquad (3.55)$$

Atau nilai $E(\varepsilon_i) = 0$, varian bersyarat dari Y_i (yang sama dari varian ε_i), tidak tergantung pada nilai X_i berapapun.

Jika sebaliknya terjadi heteroskedastisitas maka Y_i akan meningkat sesuai dengan meningkatnya X_i. Jadi, varian Y_i tidak sama. Dengan menggunakan lambang:

$$E(\varepsilon_i^2) = \sigma_i^2 \tag{3.56}$$

Atau $\text{var}(Y_i) \neq \sigma^2$ atau jika $E(\varepsilon_i) \neq 0$. Dimana i menyatakan bahwa varian individual berbeda, tidak bersifat konstan tetapi berubah-ubah untuk setiap nilai dari variabel penjelas X_i.

Untuk mendapatkan kesimpulan dari pengujian heteroskedastisitas dengan menggunakan uji Glejser maka setelah didapatkan masing-masing penduga parameter dari persamaan-persamaan pada uji Glejser, maka langkah selanjutnya adalah dengan memasukkan nilai residual yang didapatkan dari bentuk linear model eksponensial pada nilai absolut residual atau $|\varepsilon_i|$ yang terdapat pada pada nilai $\hat{\beta}_i$.

Pada persamaan (3.5) nilai $\hat{\beta}_i$ yang didapatkan adalah:

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i X_i |\varepsilon_i| - \frac{\sum w_i |\varepsilon_i| \sum w_i X_i}{\sum w_i}}{\sum w_i X_i^2 - \frac{\sum (w_i X_i)^2}{\sum w_i}}$$

Nilai residual yang didapatkan dari model eksponenasial adalah:

$$\varepsilon_i = Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)$$

Subtitusikan nilai galat atau residual pada $\hat{\beta}_i$ sehingga persamaan menjadi:

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i X_i \ |Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)| - \frac{\sum w_i \ |Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)| \ \sum w_i X_i}{\sum w_i}}{\sum w_i X_i^2 - \frac{\sum (w_i X_i)^2}{\sum w_i}}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i X_i \ \left| Y_i - In\beta_0 - In\beta_i \right| - \frac{\sum w_i \ \left| Y_i - In\beta_0 - In\beta_i \right| \ \sum w_i X_i}{\sum w_i}}{\sum w_i X_i^2 - \frac{\sum (w_i X_i)^2}{\sum w_i}}$$

Pada persamaan (3.6) nilai $\hat{\beta}_i$ yang didapatkan adalah:

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \sqrt{X_i} \, | \, \varepsilon_i \, | - \frac{\sum w_i \, | \, \varepsilon_i \, | \sum w_i \sqrt{X_i}}{\sum w_i}}{\sum w_i X_i - \frac{\sum (w_i \sqrt{X_i})^2}{\sum w_i}}$$

Nilai residual yang didapatkan dari model eksponenasial adalah:

$$\varepsilon_i = Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)$$

Subtitusikan nilai galat atau residual pada $\hat{\beta}_i$ sehingga persamaan menjadi:

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \sqrt{X_i} \ \left| Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i) \right| - \frac{\sum w_i \ \left| Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i) \right| \ \sum w_i \sqrt{X_i}}{\sum w_i}}{\sum w_i X_i - \frac{\sum (w_i \sqrt{X_i})^2}{\sum w_i}}$$

Pada persamaan (3.7) nilai $\hat{\beta}_i$ yang didapatkan adalah:

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \frac{1}{X_i} | \, \varepsilon_i \, | - \frac{\sum w_i \, | \, \varepsilon_i \, | \sum w_i \frac{1}{X_i}}{\sum w_i}}{\sum w_i \frac{1}{X_i^2} - \frac{\sum (w_i \frac{1}{X_i})^2}{\sum w_i}}$$

Nilai residual yang didapatkan dari model eksponenasial adalah:

$$\varepsilon_i = Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)$$

Subtitusikan nilai galat atau residual pada $\hat{\beta}_i$ sehingga persamaan menjadi:

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \frac{1}{X_i}\left|Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)\right| - \frac{\sum w_i \quad \left|Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)\right| \quad \sum w_i \frac{1}{X_i}}{\sum w_i}}{\sum w_i \frac{1}{X_i^2} - \frac{\sum (w_i \frac{1}{X_i})^2}{\sum w_i}}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \frac{1}{X_i}\left|Y_i - In\beta_0 - In\beta_i\right| - \frac{\sum w_i \quad \left|Y_i - In\beta_0 In\beta_i\right| \quad \sum w_i \frac{1}{X_i}}{\sum w_i}}{\sum w_i \frac{1}{X_i^2} - \frac{\sum (w_i \frac{1}{X_i})^2}{\sum w_i}}$$

Pada persamaan (3.8) nilai $\hat{\beta}_i$ yang didapatkan adalah:

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}\left|\varepsilon_i\right| - \frac{\sum w_i \left|\varepsilon_i\right| \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}}{\sum w_i}}{\sum w_i \frac{1}{X_i} - \frac{\sum (w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}})^2}{\sum w_i}}$$

Nilai residual yang didapatkan dari model eksponenasial adalah:

$$\varepsilon_i = Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)$$

Subtitusikan nilai galat atau residual pada $\hat{\beta}_i$ sehingga persamaan menjadi:

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}\left|Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)\right| - \frac{\sum w_i \left|Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)\right| \quad \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}}{\sum w_i}}{\sum w_i \frac{1}{X_i} - \frac{\sum (w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}})^2}{\sum w_i}}$$

$$\hat{\beta}_i = \frac{\sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}} \left| Y_i - In\beta_0 - In\beta_i \right| - \frac{\sum w_i \left| Y_i - In\beta_0 - In\beta_i \right| \sum w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}}}{\sum w_i}}{\sum w_i \frac{1}{X_i} - \frac{\sum (w_i \frac{1}{\sqrt{X_i}})^2}{\sum w_i}}$$

Untuk menguji apakah dalam model eksponensial terjadi heteroskedastisitas atau tidak, maka setelah didapatkan nilai $\hat{\beta}_i$ dari uji Glejser langkah selanjutnya adalah mencari varian dari model eksponen.

Persamaan model eksponensial adalah:

$$Y_i = In\beta_0 + In\beta_i + \varepsilon_i \tag{3.57}$$

Maka varian dari Y_i adalah:

$$\text{var}(Y_i) = E[Y - E[Y_i]]^2 \tag{3.58}$$

Diket $E[\varepsilon_i] = 0$ dan $E[Y_i]$ dicari terlebih dahulu

$$\begin{aligned} E[Y_i] &= E[Y_i - \hat{Y}_i] \\ &= E[Y_i] - E[\hat{Y}_i] \\ &= E[In\beta_0 + In\beta_i + \varepsilon_i] - E[In\beta_0 + In\beta_i] \\ &= E[\varepsilon_i] \\ &= 0 \end{aligned}$$

Maka nilai $\text{var}[Y_i]$ adalah:

$$\begin{aligned} \text{var}[Y_i] &= E[Y_i - E[Y_i]]^2 \\ &= E[(Y_i - E[Y_i])(Y_i - E[Y_i])] \end{aligned}$$

$$= E[(Y_i - 0)(Y_i - 0)]$$

$$= E[(In\beta_0 + In\beta_i + \varepsilon_i)(In\beta_0 + In\beta_i + \varepsilon_i)]$$

$$= E[(In\,\beta_0)^2 + In\beta_0 In\beta_i + In\beta_0\varepsilon_i + In\beta_i In\beta_0 + (In\beta_i)^2 + In\beta_i\varepsilon_i$$
$$+ \varepsilon_i In\beta_0 + \varepsilon_i In\beta_i + \varepsilon_i^2]$$

$$= E[(In\,\beta_0)^2 + 2In(\beta_0\beta_i) + 2(\varepsilon_i In\beta_0) + 2(\varepsilon_i In\beta_i) + (In\beta_i)^2 + \varepsilon_i^2]$$

$$= E(In\,\beta_0)^2 + 2\,E\,In(\beta_0\beta_i) + 2In\,\beta_0 E(\varepsilon_i) + 2In\beta_i E(\varepsilon_i) + E(In\beta_i)^2 + E(\varepsilon_i^2)$$

$$= E(In\,\beta_0)^2 + 2\,E\,In(\beta_0\beta_i) + 2In\,\beta_0(0) + 2In\beta_i(0) + E(In\beta_i)^2 + (0)$$

$$= E(In\,\beta_0)^2 + 2\,E\,In(\beta_0\beta_i) + 0 + 0 + E(In\beta_i)^2 + 0$$

$$= (In\,\beta_0)^2 + 2In(\beta_0\beta_i) + (In\beta_i)^2 \qquad (3.59)$$

Dari model eksponensial didapat $\text{var}[Y_i] = (In\,\beta_0)^2 + 2In(\beta_0\beta_i) + (In\beta_i)^2$ terlihat bahwa terdapat covarians antara β_0 dan β_i sehingga terjadi heteroskedastisitas karena antara β_0 dan β_i tidak saling bebas, sehingga $\text{var}[Y_i] \neq \sigma^2$.

D. Contoh Aplikasi Pengujian Heteroskedastisitas Pada Data

Yi	X1	X2	X3
4900000	3500000	5300000	2000000
4000000	3500000	5300000	2120000
4100000	3800000	5000000	2110000
4600000	4000000	6400000	2120000
5200000	4000000	7000000	2030000
5900000	4200000	6800000	1940000
5300000	4400000	5900000	1940000
6100000	4600000	7300000	1880000
5500000	5000000	5900000	1960000
6400000	5000000	7100000	1900000

Data dimbil dari buku Ekonometrika Pengantar (Sumodiningrat, 1997: 420).

Perhitungan data diatas menggunakan program Minitab.14 sehingga diperoleh hasil:

In X1	In X2	In X3	RESI1	Abso RESI1
15.0683	15.4832	14.5087	143434	143434
15.0683	15.4832	14.5669	-91733	91733
15.1505	15.4249	14.5622	7010	7010
15.2018	15.6718	14.5669	27208	27208
15.2018	15.7614	14.5235	-47039	47039
15.2506	15.7324	14.4782	155646	155646
15.2971	15.5905	14.4782	-196453	196453
15.3416	15.8034	14.4468	-215435	215435
15.4249	15.5905	14.4885	21258	21258
15.4249	15.7756	14.4574	196104	196104

Setelah harga mutlak residual di regresikan terhadap In X1, In X2 dan In X3 maka di dapatkan p-value = 0.026 dan persamaan regresi:

abso RESI1 = 35696948 - 391446 In X1 + 52642 In X2 – 2098392 In X3

atau $|\varepsilon_i|$ = 35696948 - 391446 In X1 + 52642 In X2 – 2098392 In X3

Ditinjau dari p-value yaitu lebih kecil dari $\alpha = 0.05$ yang berarti α signifikan, maka dikatakan asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi atau pada data diatas terjadi heteroskedastisitas.

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan:

Nilai residual atau galat yang diperoleh dari model eksponensial setelah ditransformasi adalah $\varepsilon_i = Y_i - (In\beta_0 + In\beta_i)$ dengan syarat $\beta_1, \beta_2, ..., \beta_k$ atau parameter-parameter dari model eksponensial adalah saling bebas. Dengan menggunakan metode kuadrat terkecil tertimbang (*Weighted Least Squeres*), maka $\hat{\beta}_i$ pada persamaan-persamaan dalam uji Glejser bisa diketahui. Dimana nilai *X* mengikuti persamaan dalam uji Glejser. Dari ke-empat persamaan dalam uji Glejser pada model eksponensial nilai varian yang diperoleh semua adalah sama yaitu $\mathrm{var}[Y_i] = (In\,\beta_0)^2 + 2In(\beta_0\beta_i) + (In\beta_i)^2$ maka pada model eksponensial terjadi hetroskedastisitas.

B. Saran

Bagi pembaca yang ingin melanjutkan penelitian ini maka peneliti menyarankan menggunakan uji selain uji Glejser untuk menguji heteroskedastisitas. Karena peneliti menggunakan model eksponensial dalam penelitian ini maka peneliti menyarankan kepada pembaca yang ingin melakukan penelitian serupa maka gunakanlah model linear intrinsik selain model eksponensial atau menggunakan model non linear intrinsik.

DAFTAR PUSTAKA

______ . 2007. *Asumsi Homoskedastisitas*. http://www.geocities.com/mohtar_unijoyo/ekonometrika.pdf Diakses tanggal 9 Desember 2007

______ . 2007. *Uji Linearitas*. www.damandiri.or.id/file/ulfahmariaugmbab4.pdf Diakses tanggal 13 Januari 2008

Diastari, Made Dwi. 2005. *Perbandingan Kepekaan Uji Korelasi Pangkat Spearman, Goldfeld-Quandt, dan Glejser dalam Mendeteksi Heteroskedastisitas dan Cara Mengatasinya Pada Regresi Linear Sederhana*. *Skripsi* Tidak Diterbitkan Malang: Universitas Brawijaya Malang.

Draper dan Smith. 1992. *Analisis Regresi Terapan*. Jakarta: Gramedia Pustaka.

Gujarati, Damodar dan zain, Sumarno. 1978. *Ekonometrika Dasar*. Jakarta: Erlangga.

Hakim, Abdul. 2002. *Statistik Induktif Untuk Ekonomi & Bisnis*. Yogyakarta: Ekonisia.

Hasan, Iqbal. 2002. *Pokok-pokok Materi Staitistik 1 (Statistik Deskriptif)*. Jakarta: Bumi Aksara.

Mardalis. 1990. *Metode Penelitian Suatu Pendekatan Proposal*. Jakarta: Bumi Aksara

Permadi, Hendro. 1999. *Teknik Analisis Regresi Teori dan Aplikasinya*. Universitas Negeri Malang.

Santosa, Purbayu Budi dan Ashari. 2005. *Analisis Statistik dengan Microsoft Exel & SPSS*. Yogyakarta: Andi Offset.

Soelistyo. 2001. Dasar-Dasar Ekonometrika. BPFE: Yogyakarta.

Sugiarto. 1992. *Tahap Awal + Aplikasi Analisis Regresi*. Yogyakarta: Andi Offset.

Sumodiningrat, Gunawan. 2007. Ekonometrika pengantar. Yogyakarta: BPFE-YOGYAKARTA

Supranto. 1994. *Statistik Teori dan Aplikasi*. Jakarta: Erlangga.

Supranto. 2004. *Ekonometri Buku Kedua*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Wahyudi, Hendro dan Mardiyah, Aida Ainul. 2006. *Pangaruh Profesionalisme Auditor Terhadap Tingkat Materialitas dalam Pemeriksaan Laporan Keuangan*. info.stieperbanas.ac.id/makalah/K-AUDI01.pdf?. Diakses tanggal 5 Januari 2008.

Winarsunu, Tulus. 2002. *Statistik Dalam Penelitian Psikologi Pendidikan*. Universitas Muhammadiyah Malang.

Yinosumarto. 1985. *Regresi dan Korelasi Teori dan Penggunaannya*. Universitas Brawijaya malang.

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Nunung Nur Hasanah

NIM : 03510043

Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Matematika

Judul : Pengujian Heteroskedastisitas Pada Regresi Non Linear Dengan menggunakan Uji Glejser

PEMBIMBING : I . Sri Harini, M. Si

II. Ahmad. Barizi, M.A

No	Tanggal	Materi	Tanda Tangan Pembimbing
1.	26 Oktober 2007	Proposal	
2.	02 November 2007	Persetujuan Proposal	
3.	05 November 2007	Bab I dan Bab II	
4.	5 Januari 2008	Bab III	
6.	12 Januari 2008	Bab III dan IV	
7.	14 Januari 2008	Konsultasi Kajian Keagamaan	
8.	21 Januari 2008	Revisi Bab I dan II	
9.	25 Maret 2008	Revisi Bab III	
10.	27 Maret 2008	Revisi Keagamaan	
12.	28 Maret 2008	Revisi Bab III, IV dan Abstrak	
13.	29 Maret 2008	ACC keseluruhan	

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Sri Harini, M.Si
NIP. 150 318 321