PEUBAH BONEKA *(DUMMY VARIABLE)* DALAM ANALISIS REGRESI LINIER

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Jurusan Matematika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Oleh

Indah Mawarti

NIM. 981810101091

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2002

MOTTO

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu
ada kemudahan.
Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan),
kerjakanlah dengan sungguh-sunggguh
(urusan yang lain).
Dan hanya kepadaKU-lah hendaknya kamu berharap
(Qs. AL Insyiroh 5-8)

Menyadari kekurangan diri adalah
tenaga untuk mencapai cita-cita.
Berusaha untuk mengisi kekurangan adalah
keberanian yang luar biasa
(HAMKA)

Pasti ada hikmah di balik semua kejadian
Sepahit apapun pasti ada kebaikan yang terkandung
di dalamnya, bila disikapi dengan sabar dan benar.
(Anonim)

KUPERSEMBAHKAN SKRIPSI INI KEPADA

- Ayahandaku Jemiran, Ibunda Lilik Budiati, yang sangat ananda cintai dan ananda hormati, yang tiada henti memberikan doa, sebagai tanda bakti dan terima kasih atas segala ketulusan, kesabaran dan pengorbanannya,
- Adik-adikku yang sangat aku cintai, Andi Cahyono, Anita Rahma dan Agung Priyanto terima kasih atas segala dukungan yang diberikan,
- Zulham yang selalu menemani, memberi motifasi, meluangkan waktu dan perhatian penuh pada penulis,
- Teman – teman seperjuangan, dan
- Almamater dan Tanah Airku Tercinta.

DEKLARASI

Skripsi ini berisi hasil kerja/ penelitian mulai bulan April 2002 sampai dengan bulan Desember 2002. Bersama ini saya nyatakan bahwa isi skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri kecuali jika disebutkan sumbernya dan skripsi ini belum pernah diajukan pada institusi lain.

Jember, Desember 2002

Penulis.

(Indah Mawarti)

ABSTRAK

Peubah Boneka (*Dummy Variable*) dalam Analisis Regresi Linier, Indah Mawarti, 981810101091, Skripsi. Desember, 2002, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Masalah yang dibahas dalam skripsi ini adalah bagaimana membangun model regresi yang peubah bebasnya mengandung variabel kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan peubah boneka, bagaimana estimasi parameter dan uji inferensinya dan bagaimana pengaruh peubah boneka apabila dimasukkan dalam model regresi. Tujuan dari skripsi ini adalah untuk membangun suatu model regresi yang peubah bebasnya mengandung variabel kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan peubah boneka, untuk mengetahui estimasi parameter dan uji inferensinya dan untuk membandingkan bagaimana membangun model regresi tanpa menggunakan peubah boneka dan dengan menggunakan peubah boneka. Dari hasil penelitian ini diperoleh apabila dalam suatu model regresi ada variabel kualitatif yang mempengaruhi variabel tak bebas Y, maka variabel bebas tersebut dapat dimasukkan dalam model dengan menggunakan peubah boneka (*dummy variable*). Untuk variabel kualitatif yang mempunyai k kategori bisa dibangun $k-1$ peubah boneka. Estimasi parameter dan uji inferensinya sama dengan analisis regresi linier sederhana. Ketika faktor interaksi dimasukkan ke dalam model regresi maka kita bisa membandingkan fungsi regresi untuk masing-masing kategori dari variabel kualitatif. Fungsi tersebut mempunyai beberapa kemungkinan yaitu sama (intersep dan slopenya yang sama), sejajar (intersep berbeda slopenya sama) dan berbeda (intersep dan slope berbeda). Bila dibandingkan dengan tanpa menggunakan peubah boneka maka akan dihasilkan satu garis regresi dan kemungkinan besar garis regresi tersebut tidak bisa mewakili tiap-tiap kategori dari variabel kualitatif.

Kata Kunci : *Analisis Regresi, Variabel Kuantitatif, Variabel Kualitaitif, Peubah Boneka (*Dummy Variable*), Faktor Interaksi.*

PENGESAHAN

Skripsi ini diterima oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

Hari : Rabo 22 JAN 2003

Tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji

Ketua (Dosen Pembimbing Utama)

Drs. I Made Tirta, Dip.Sc, M.Sc, Ph.D
NIP. 131 474 500

Sekretaris (Dosen Pembimbing Anggota)

Rita Ratih T., S.Si, M.Si
NIP. 132 243 343

Anggota I

Yuliani S. Dewi, S.Si, M.Si
NIP. 132 258 183

Anggota II

Kristiana Wijaya, S.Si, M.Si
NIP. 132 258 180

Mengesahkan
Dekan FMIPA UNEJ

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL UNIVERSITAS JEMBER FAKULTAS

Ir. Sumadi, MS
NIP. 130 368 784

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, dan orang – orang yang selalu berada dijalannya.

Selanjutnya penulis sampaikan terima kasih dan penghargaan yang setulusnya atas bantuan yang tidak ternilai kepada :

1. Ayahanda dan Ibunda yang saya hormati dan saya cintai, yang telah sabar mendidik, membimbing, memberi doa dan kasih sayang tanpa batas waktu.
2. Bapak Ir. Sumadi, MS. Selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember.
3. Bapak Drs. Kusno, DEA, Ph.D. Selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.
4. Bapak Drs. I Made Tirta, Dip.Sc, M Sc, Ph.D. Selaku Pembimbing Utama yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Rita Ratih T, S.Si, M.Si Selaku Pembimbing Anggota, yang telah banyak memberikan saran dan petunjuk bagi penulisan skripsi ini.
6. Ibu Yuliani S. Dewi, S.Si, M.Si. dan Ibu Kristiana Wijaya, S.Si, M.Si selaku dosen penguji dalam skripsi ini.
7. Sahabat – sahabat terbaikku: Nonik, Indri, Tutut, Ninip, Lena, Vita, Farida, Bagus, Titin, Yasin, Toriq, Wawan, Agung dan Bahrul yang secara tulus memberikan bantuan, dorongan dan dukungan selama ini.
8. Sobat-sobat di " West ": Mbak Deni, Reni, Nurul, Faik, Lilis, Ruri, Tutik, Iis, Laili, Rike, Uul, Reni, Nuning, Veni, Agik, Anik, Titis dan Keluarga Besar Pak Bandi yang selalu menghibur dan memberi motivasi.
9. Teman – temanku Mahasiswa Math '98, teman – teman seperjuangan dalam penyusunan skripsi, semoga sukses senantiasa bersama kita.

10. Personil " Scar Band ", " Kaveda Band ", dan semua Eks-77B di Kalimantan IV blok C yang selalu kompak.
11. Neka Comp Group's.
12. Rekan – rekan dan semua pihak yang telah membantu dan memotivasi dalam penyusunan skripsi ini, yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu .

Semoga segala bantuan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis akan mendapatkan imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Amin ...

Akhir kata, penulis berharap semoga apa yang penulis tuangkan dalam skripsi yang sederhana ini bermanfaat bagi pembaca.

Jember, Desember 2002

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I
PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Analisis regresi adalah sebuah metode statistik untuk membuat model peramalan dan menyelidiki bentuk hubungan dari satu variabel tak bebas dengan satu atau lebih variabel-variabel penjelas atau sering disebut juga dengan variabel bebas. Dalam analisis regresi sering kali bukan hanya variabel-variabel penjelas kuantitatif yang mempengaruhi variabel tak bebas (Y), tetapi ada juga variabel-variabel kualitatif yang ikut juga mempengaruhi, seperti jenis kelamin (laki-laki atau perempuan), musim, warna, pendidikan (SD, SMP, SMA, Akademi, Universitas), dan lain sebagainya (Vincent Gaspersz, 1991). Sebagai misal, permintaan akan suatu barang, di samping dipengaruhi variabel kuantitatif seperti harga barang itu, harga barang kompetitif, pendapatan konsumen, ukuran keluarga, juga dipengaruhi oleh variabel kualitatif seperti selera konsumen, faktor musim (misalnya menjelang hari raya lebaran, tahun baru, dan lain-lain), mutu produk (baik atau jelek), dan lain sebagainya. Untuk mengakomodasi adanya variabel kualitatif ke dalam model regresi dapat dilakukan dengan menggunakan peubah boneka *(dummy variable)*.

Peubah boneka ini biasanya hanya menunjukkan ada tidaknya (*presence or absence*) suatu *quality* atau suatu *attribute*, misalnya laki-laki atau perempuan, Islam atau bukan, Jawa atau bukan, damai atau perang, dan lain sebagainya. Suatu cara untuk membuat kuantifikasi dari data kualitatif ialah dengan jalan memberikan nilai 1 atau 0. Angka 1 bila atribut itu ada (terjadi) dan angka 0 bila tidak ada (tidak terjadi). Kedua nilai yang diberikan tersebut tidak menunjukkan bilangan (numerik), tetapi hanya sebagai identifikasi kelas atau kategorinya. Adapun prinsip dasar pemakaian peubah boneka adalah sebagai berikut :

a. bila peubah kualitatif mempunyai k kategori maka bisa dibuat peubah boneka sebanyak k-1(banyaknya kategori dikurangi satu);
b. pemberian nilai 0 dan 1 pada kategori yang ada bersifat bebas, disesuaikan dengan tujuan.

Sebagai misal, jika kita ingin membuat model regresi pengeluaran tahunan untuk perawatan kesehatan individual (Y) terhadap variabel kualitatif tingkat pendidikan yang mempunyai tiga kategori (SD, SMP, SMA), serta satu variabel kuantitatif pendapatan tahunan (X_1). Oleh karena variabel kualitatif tersebut mempunyai tiga kategori maka kita bisa mendefinisikan dua buah peubah boneka yaitu:

$$D_2 = \begin{cases} 1 \text{ jika SMP} \\ 0 \text{ jika lainya} \end{cases} \qquad D_3 = \begin{cases} 1 \text{ jika SMA} \\ 0 \text{ jika lainya} \end{cases}$$

Dengan mengasumsikan bahwa ketiga kategori tingkat pendidikan mempunyai kemiringan yang sama tetapi intersepnya berbeda, maka model regresi untuk masalah di atas yaitu:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 D_{i2} + \beta_3 D_{i3} + \varepsilon_i .$$

Model regresi yang dibuat dalam penelitian ini adalah model regresi linier, dimana peubah bebasnya mengandung variabel kualitatif dan variabel kuantitatif. Yang dimaksud dengan regresi linier yaitu suatu persamaan regresi dimana semua variabel yang ada dalam persamaan itu (baik variabel tak bebas maupun variabel bebas) bersifat linier demikian pula parameter koefisien regresi bersifat linier.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana membangun suatu model regresi yang peubah bebasnya mengandung variabel kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan peubah boneka?
2. Bagaimana estimasi parameter dan uji inferensi dari model regresi yang mengandung variabel bebas kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan peubah boneka?
3. Bagaimana pengaruh peubah boneka apabila dimasukkan ke dalam model regresi?

1.3 Tujuan.

1. Untuk membangun suatu model regresi yang peubah bebasnya mengandung variabel kualitatif dan kuantitatif.
2. Untuk mengetahui estimasi parameter dan uji inferensi dari model regresi yang mengandung variabel bebas kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan peubah boneka.
3. Untuk membandingkan persamaan regresi apabila menggunakan peubah boneka dan tidak menggunakan peubah boneka.

1.4 Manfaat.

Penelitian ini diharapkan berguna :

1. sebagai informasi bagi peneliti/pengguna statistik cara membangun suatu model regresi yang mengandung variabel kualitatif dan kuantitatif secara bersama-sama;
2. sebagai informasi bagi peneliti/pengguna statistik tentang keunggulan dalam membangun suatu model regresi dengan menggunakan peubah boneka dibandingkan dengan tanpa menggunakan peubah boneka (antara kategori dari variabel kualitatif dianalisis bersama).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Regresi Linier Berganda

Misalkan hubungan antara variabel respon (Y) dengan variabel bebas (X) untuk subjek $i = 1, 2, 3, \ldots, n$ ditentukan oleh (Tirta, 2000):

$$
\begin{aligned}
Y_1 &= \beta_0 + \beta_1 X_{11} + \beta_2 X_{12} + \ldots + \beta_k X_{1k} + \varepsilon_1 \\
Y_2 &= \beta_0 + \beta_1 X_{21} + \beta_2 X_{22} + \ldots + \beta_k X_{2k} + \varepsilon_2 \\
&\ \ \vdots \\
Y_n &= \beta_0 + \beta_1 X_{n1} + \beta_2 X_{n2} + \ldots + \beta_k X_{nk} + \varepsilon_n .
\end{aligned}
\tag{2.1}
$$

dengan X_i adalah variabel bebas tidak random; $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$ yaitu kesalahannya berdistribusi identik dan independen normal dengan mean 0 dan varians konstan, σ^2 dan ε_i independen dengan ε_j untuk $i \neq j$.

Hubungan variabel di atas dapat juga dituliskan dalam bentuk matrik, dengan mendefinisikan matrik-matrik sebagai berikut:

$$
\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ . \\ . \\ Y_n \end{bmatrix}; \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} & \ldots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & X_{22} & \ldots & X_{2k} \\ . & . & . & & . \\ . & . & . & & . \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} & \ldots & X_{nk} \end{bmatrix}; \beta = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ . \\ . \\ \beta_k \end{bmatrix}; \quad \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ . \\ . \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}.
\tag{2.2}
$$

dengan $\mathbf{Y}$ adalah matrik berordo $(n \times 1)$, $\mathbf{X}$ adalah matrik berordo $(n \times (k+1))$, β adalah matrik berordo $((k+1) \times 1)$, dan ε adalah matrik berordo $(n \times 1)$.

Selanjutnya sistim persamaan (2.1) dapat ditulis dalam bentuk matrik sebagai berikut :

$$
\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \varepsilon . \tag{2.3}
$$

Berdasarkan asumsi di atas yaitu $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$, maka kita dapat menulis persamaan (2.1) dalam bentuk nilai harapan :

$$
E(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \ldots + \beta_k X_{ik} .
$$

2.2 Estimasi Parameter dengan Metode Kuadrat Terkecil

Persamaan (2.1) kita dapat ditulis sebagai berikut (Montgomery, 1991):

$$\begin{aligned} Y_i &= \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \ldots + \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \\ &= \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i . \end{aligned}$$

Fungsi dari metode kuadrat terkecil yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat kesalahan dari β yaitu:

$$\begin{aligned} S(\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_k) &= \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 \\ &= \sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - \beta_0 - \sum_{j=1}^{k} \beta_j X_{ij} \right)^2 . \end{aligned} \tag{2.4}$$

Agar S minimum maka persamaan (2.4) perlu diturunkan secara parsial terhadap $\beta_0, \beta_1, \ldots, \beta_k$ untuk kemudian disamakan dengan nol.

$$\begin{aligned} \left.\frac{\partial S}{\partial \beta_0}\right|_{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \ldots, \hat{\beta}_k} &= -2 \sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - \hat{\beta}_0 - \sum_{j=1}^{k} \hat{\beta}_j X_{ij} \right) = 0 \\ \left.\frac{\partial S}{\partial \beta_j}\right|_{\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \ldots, \hat{\beta}_k} &= -2 \sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - \hat{\beta}_0 - \sum_{j=1}^{k} \hat{\beta}_j X_{ij} \right) X_{ij} = 0 . \end{aligned} \tag{2.5}$$

Penyelesaian terhadap hasil turunan parsial di atas, akan menghasilkan gugus persamaan normal sebagai berikut:

$$\begin{array}{llllll} n\hat{\beta}_0 & + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^{n} X_{i1} & + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^{n} X_{i2} & + \ldots + \hat{\beta}_k \sum_{i=1}^{n} X_{ik} & = \sum_{i=1}^{n} Y_i \\ \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^{n} X_{i1} & + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^{n} X_{i1}^2 & + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^{n} X_{i1} X_{i2} & + \ldots + \hat{\beta}_k \sum_{i=1}^{n} X_{i1} X_{ik} & = \sum_{i=1}^{n} X_{i1} Y_i \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \hat{\beta}_0 \sum_{i=1}^{n} X_{ik} & + \hat{\beta}_1 \sum_{i=1}^{n} X_{ik} X_{i1} & + \hat{\beta}_2 \sum_{i=1}^{n} X_{ik} X_{i2} & + \ldots + \hat{\beta}_k \sum_{i=1}^{n} X_{ik}^2 & = \sum_{i=1}^{n} X_{ik} Y_i . \end{array} \tag{2.6}$$

Persamaan (2.6) akan mudah bila diselesaikan dalam bentuk matrik. Persamaan (2.6) apabila ditulis dalam bentuk matrik yaitu:

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \ldots & 1 \\ X_{11} & X_{21} & X_{31} \ldots & X_{n1} \\ X_{12} & X_{22} & X_{32} \ldots & X_{n2} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ X_{1k} & X_{2k} & X_{3k} & X_{nk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & X_{12} \ldots & X_{1k} \\ 1 & X_{21} & X_{22} \ldots & X_{2k} \\ 1 & X_{31} & X_{32} \ldots & X_{3k} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ 1 & X_{n1} & X_{n2} \ldots & X_{nk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta}_0 \\ \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ . \\ . \\ \hat{\beta}_k \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \ldots & 1 \\ X_{11} & X_{21} & X_{31} \ldots & X_{n1} \\ X_{12} & X_{22} & X_{32} \ldots & X_{n2} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ X_{1k} & X_{2k} & X_{3k} & X_{nk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \\ . \\ . \\ Y_n \end{bmatrix}.$$

$$\mathbf{X'X}\hat{\beta} = \mathbf{X'Y}.$$

Solusi dari persamaan (2.7) tersebut adalah dengan mengalikan kedua ruas dengan $(\mathbf{X'X})^{-1}$ didapatkan :

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X'X})^{-1}\mathbf{X'Y}. \qquad (2.7)$$

2.3 Interval Konfidensi Untuk Koefisien Regresi

Dari asumsi sebelumnya, statistik uji t akan diberikan sebagai berikut:

$$\frac{\hat{\beta}_j - \beta_j}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 C_{jj}}} \quad j = 0, 1, 2, \ldots, k .$$

dan statistik uji tersebut berdistribusi t dengan derajat kebebasan n-k-1, dengan C_{jj} adalah elemen ke-j dari diagonal matrik $(\mathbf{X'X})^{-1}$ dan $\hat{\sigma}^2$ adalah penduga dari varian kesalahan ($\hat{\sigma}^2 = KTE$ (Kuadrat Tengah Kesalahan)). Interval konfidensi 100(1-α)% untuk koefisien regresi β_j adalah:

$$\hat{\beta}_j - t_{(\alpha/2;n-k-1)}\sqrt{\hat{\sigma}^2 C_{jj}} < \beta_j < \hat{\beta}_j + t_{(\alpha/2;n-k-1)}\sqrt{\hat{\sigma}^2 C_{jj}} .$$

dan biasanya $\sqrt{\hat{\sigma}^2 C_{jj}}$ disebut sebagai standar kesalahan koefisien regresi $\hat{\beta}_j$.

2.4 Pengujian Hipotesis untuk Parameter Koefesien Regresi Parsial secara Keseluruhan

Pengujian hipotesis untuk kecocokan model regresi yang ditentukan oleh hubungan linier antara variabel tak bebas Y dengan variabel bebas $X_1, X_2, \ldots, X_k$ maka pengujian hipotesisnya adalah (Montgomery, 1991):

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_k = 0$$
$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0$$

Jumlah kuadrat total (JKT) merupakan penjumlahan dari jumlah kuadrat regresi (JKR) dan jumlah kuadrat Kesalahan (JKE), atau dapat ditulis:

$$JKT = JKR + JKE. \qquad (2.8)$$

Prosedur pengujian untuk $H_0 : \beta_j \neq 0$.

$$F_0 = \frac{JKR/k}{JKE/n-k-1} = \frac{KTR}{KTE}.$$

H_0 ditolak jika $F_0 > F_{(\alpha;\, k;\, n-k-1)}$.

Kita akan memulai menghitung jumlah kuadrat regresi dengan meminimumkan jumlah kuadrat kesalahan yaitu:

$$JKE = \sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \hat{Y}_i\right)^2 = \sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \varepsilon\ '\varepsilon.$$

Substitusikan $\varepsilon = \mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\beta}$ dihasilkan:

$$\begin{aligned} JKE &= (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\beta})'(\mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\beta}) \\ &= \mathbf{Y}'\mathbf{Y} - \hat{\beta}\mathbf{X}'\mathbf{Y} - \mathbf{Y}'\mathbf{X}\hat{\beta} - \hat{\beta}\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\beta} \\ &= \mathbf{Y}'\mathbf{Y} - 2\hat{\beta}\mathbf{X}'\mathbf{Y} + \hat{\beta}\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\beta}. \end{aligned} \qquad (2.9)$$

Dari persamaan (2.7) diketahui bahwa $\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\beta} = \mathbf{X}'\mathbf{Y}$.

Jadi persamaan (2.9) menjadi:

$$JKE = \mathbf{Y}'\mathbf{Y} - \hat{\beta}\mathbf{X}'\mathbf{Y} \qquad (2.10)$$

$$JKT = \sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \bar{Y}\right)^2$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left(Y_i^2 - 2Y_i\bar{Y} + \bar{Y}^2\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left(Y_i^2 - 2Y_i\frac{\sum_{i=1}^{n}Y_i}{n} + \left(\frac{\sum_{i=1}^{n}Y_i}{n}\right)^2\right)$$

$$= \sum_{i=1}^{n}Y_i^2 - 2\frac{\left(\sum_{i=1}^{n}Y_i\right)^2}{n} + n\left(\frac{\sum_{i=1}^{n}Y_i}{n}\right)^2$$

$$= \sum_{i=1}^{n}Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}Y_i\right)^2}{n} = \mathbf{Y'Y} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}Y_i\right)^2}{n}. \qquad (2.11)$$

Kita bisa menulis kembali persamaan (2.10) menjadi:

$$JKE = \mathbf{Y'Y} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}Y_i\right)^2}{n} - \left(\hat{\beta}\mathbf{X'Y} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}Y_i\right)^2}{n}\right) \quad \text{atau}$$

$$JKE = JKT - JKR \text{ (dari persamaan (2.8))}$$

Oleh karena itu $JKR = \hat{\beta}\mathbf{X'Y} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}Y_i\right)^2}{n}$. (2.12)

$JKE = \mathbf{Y'Y} - \hat{\beta}\mathbf{X'Y}$ dan

$$JKT = \mathbf{Y'Y} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}Y_i\right)^2}{n}.$$

Kuadrat Tengah (*Mean Square*) $= \dfrac{JK\text{ (JumlahKuadrat)}}{Db\text{(Derajat bebas)}}$

$F_0 = \dfrac{KTR}{KTE}$, dengan KTR berdistribusi χ_k^2 dan KTE berdistribusi χ_{n-k-1}^2

dan KTR dan KTE salin bebas, sehingga $\dfrac{KTR}{KTE}$ akan berdistribusi $F_{(k;n-k-1)}$.

Tabel 2.1. Analisis ragam dalam analisis regresi linier berganda.

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (*sum of quares*) (*JK*)	Derajat bebas (*Db*)	Kuadrat Tengah (*Mean Square*) (*KT*)	F_0
Regresi	*JKR*	*k*	*KTR = JKR/k*	$\frac{KTR}{KTE}$
Error	*JKE*	*n-k-1*	*KTE = JKE/n-k-1*	
Total	*JKT*	*n-1*		

2.5 Pengujian Hipotesis untuk Parameter Koefesien Regresi Secara Individual

Pengujian hipotesisnya adalah:

$$H_0 : \beta_j = 0$$
$$H_1 : \beta_j \neq 0$$

H_0 tidak ditolak artinya respon X_j bisa dihilangkan dari model. Uji statistiknya adalah :

$$t_0 = \frac{\hat{\beta}_j}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 C_{jj}}} = \frac{\hat{\beta}_j}{\text{se}(\beta_j)}$$

dengan C_{jj} adalah elemen ke-j dari diagonal matrik $(\mathbf{X'X})^{-1}$ yang berkorespondensi dengan $\hat{\beta}_j$ dan $\hat{\sigma}^2 = KTE$.

H_0 ditolak jika $| t_0 | > t_{(\alpha/2;n-k-1)}$.

2.6 Uji-F Sekuensial

Bila variabel bebas dimasukkan satu persatu secara bertahap kedalam suatu persamaan regresi, maka kita berbicara mengenai uji-F sekuensial (Norman Draper dan Harry Smith, 1982). Pertimbangkan model regresi dengan *k* peubah bebas di bawah ini:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \varepsilon. \tag{2.13}$$

Untuk menguji apakah β signifikan atau tidak dalam model regresi, maka pertama-tama kita bisa mempartisi koefisien regresi seperti di bawah ini (Montgomery, 1991):

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \ldots\ldots \\ \beta_2 \end{bmatrix}.$$

dengan β_1 adalah matrik berordo $(((k+1)-r) \times 1)$ dan β_2 adalah matrik berordo $(r \times 1)$.

Kita akan menguji:

$$\begin{aligned} &H_0 : \beta_2 = 0 \\ &H_1 : \beta_2 \neq 0 \end{aligned}.$$

Model (2.13) di atas dapat ditulis menjadi:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \varepsilon = \mathbf{X}_1\beta_1 + \mathbf{X}_2\beta_2 + \varepsilon. \tag{2.14}$$

dengan $\mathbf{X}_1$ adalah matrik berordo $(n \times (k+1) - r)$ yang bersesuaian dengan β_1, dan $\mathbf{X}_2$ adalah matrik berordo $(n \times r)$ yang bersesuaian dengan β_2.

Untuk model penuh (model (2.13)), kita tahu dari persamaan (2.7):

$$JKR = \hat{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{Y} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i\right)^2}{n} \text{ dan } KTE = \frac{\mathbf{Y}'\mathbf{Y} - \hat{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{Y}}{n-k-1}.$$

Untuk menguji bahwa $H_0 : \beta_2 = 0$ adalah benar maka model (2.14) direduksi menjadi:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}_1\beta_1 + \varepsilon. \tag{2.15}$$

Penduga kuadrat terkecil dari β_1 yang direduksi dalam model (2.15) tersebut adalah:

$$\hat{\beta}_1 = (\mathbf{X}_1'\mathbf{X}_1)^{-1}\mathbf{X}_1'\mathbf{Y} \text{ dengan } JKR(\beta_1) = \hat{\beta}_1'\mathbf{X}_1'\mathbf{Y} - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} Y_i\right)^2}{n}.$$

Jumlah kuadrat regresi untuk β_2 apabila β_1 dimasukkan ke dalam model:

$JKR(\beta_2 \mid \beta_1) = JKR(\beta) - JKR(\beta_1)$

Dengan statistik ujinya:

$$F_0 = \frac{JKR(\beta_2 / \beta_1)/r}{KTE}.$$

H_0 ditolak jika $F_0 > F_{(\alpha,\, r;,\, n-k-1)}$.

Tabel 2.2.Contoh tabel analisis ragam untuk uji-F sequensial apabila terdiri dari 2 variabel bebas.

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat (*Mean Squares*) (*JK*)	Derajat bebas (*Db*)	Kuadrat Tengah (*Mean Square*) (*KT*)
Regresi	$JKR(\beta_0, \beta_1, \beta_2)$	2	$KTR(\beta_0, \beta_1, \beta_2)$
$\beta_1 \vert \beta_0$	$JKR(\beta_1 \vert \beta_0)$	1	$KTR(\beta_1 \vert \beta_0)$
$\beta_2 \vert \beta_0, \beta_1$	$JKR(\beta_2 \vert \beta_0, \beta_1)$	1	$KTR(\beta_2 \vert \beta_0, \beta_1)$
Error	$JKE(\beta_0, \beta_1, \beta_2)$	$n-3$	$KTE(\beta_0, \beta_1, \beta_2)$
Total	JKT	$n-1$	

2.6.1 Pengujian Hipotesis Untuk Koefisien Regresi Secara Keseluruhan

Pengujian hipotesisnya adalah (Neter, 1985):

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = ... = \beta_k = 0$

H_1 : minimal ada satu $\beta_j \neq 0$

Statistik ujinya adalah:

$$F_0 = \frac{JKR(\beta_1, \beta_2, ..., \beta_k)}{k} \div \frac{JKE(\beta_1, \beta_2, ..., \beta_k)}{n-k-1} = \frac{KTR}{KTE}.$$

H_0 ditolak jika $F_0 > F_{(\alpha;\, k;\, n-k-1)}$.

2.6.2 Pengujian Hipotesis Untuk Koefisien Regresi Secara Individu

Uji ini digunakan untuk menguji apakah koefisien regresi $\beta_j = 0$.

Uji hipotesisnya adalah:

$H_0 : \beta_j = 0$
$H_1 : \beta_j \neq 0$

Statistik ujinya adalah:

$$F_0 = \frac{JKR(\beta_j | \beta_1, \beta_2, ..., \beta_{j-1}, \beta_{j+1}, ..., \beta_k)}{1} : \frac{JKE(\beta_1, \beta_2, ..., \beta_k)}{n-k-1}$$
$$= \frac{KTR(\beta_j | \beta_1, \beta_2, ..., \beta_{j-1}, \beta_{j+1}, ..., \beta_k)}{KTE}.$$

H_0 ditolak jika $F_0 > F_{(1;\, n-k-1)}$.

Uji F ini berhubungan dengan uji t apabila derajat bebas pembilangnya 1 (satu). Sebagai ilustrasi, distribusi F merupakan rasio dari dua distribusi χ^2 dengan derajat bebas v_1 dan v_2 atau dapat ditulis:

$$F(V_1, V_2) = \frac{\frac{\chi^2_{v1}}{v_1}}{\frac{\chi^2_{v2}}{v_2}}$$

Sedangkan distribusi t didefinisikan sebagai :

$t = \frac{Z}{\sqrt{W/v}}$ dengan Z berdistribusi $N(0,1)$ dan W berdistribusi $\chi^2_{(v)}$.

$$(t)^2 = \left(\frac{Z}{W/v}\right)^2$$

karena Z berdistribusi $N(0,1)$ maka Z^2 akan berdistribusi $\chi^2_{(1)}$, dan W berdistribusi $\chi^2_{(v)}$, jadi

$$t^2 = \left(\frac{Z}{W/v}\right)^2 = \frac{\chi^2_{(1)}/1}{\chi^2_{(v)}/v} = F(1, V)$$

(Zanzawi Soejoeti, 1986).

2.7 Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi berganda R^2 mengukur proporsi keragaman total dalam variabel tak bebas Y yang dapat dijelaskan oleh model persamaan regresi secara bersama.

Besaran koefisien regresi ditentukan oleh formula:

$$R^2 = \frac{JKR}{JKT}$$

Makin dekat R^2 dengan 1 makin baik kecocokan data dengan model, dan begitu juga sebaliknya.

2.8 Analisis Regresi dengan Variabel Bebas Kualitatif

Ada banyak cara untuk membangun model regresi yang peubah bebasnya mengandung variabel kualitatif, salah satunya adalah dengan menggunakan peubah boneka (*dummy variable*). Sebagai misal, jika kita ingin memperkirakan nilai variabel Y yang dipengaruhi oleh satu variabel bebas kuantitatif (X_1) dan satu variabel bebas kualitatif yang mempunyai dua kategori, misalnya kategori 1 dan kategori 2.

Sebagai contoh, untuk variabel kualitatif yang memiliki dua kategori kita bisa mendefinisikan dua buah peubah boneka D_2 dan D_3 seperti di bawah ini:

$$D_2 = \begin{cases} 1 \text{ jika kategori } 1 \\ 0 \text{ jika lainya} \end{cases}$$

$$D_3 = \begin{cases} 1 \text{ jika kategori } 2 \\ 0 \text{ jika lainya} \end{cases}$$

maka model regresi untuk masalah di atas:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 D_{i2} + \beta_3 D_{i3} + \varepsilon_i . \qquad (2.16)$$

Di sini kita membangun peubah boneka untuk masing-masing kategori yang ada dan mengalami kesulitan dalam perhitungan. Untuk melihatnya, tinjau jika kita mempunyai $n = 4$ pengamatan, untuk kategori 1 kita punyai $D_2 = 1$ dan $D_3 = 0$, dan untuk kategori 2 kita punyai $D_2 = 0$ dan $D_3 = 1$, matriknya menjadi:

$$\begin{array}{c} \quad\; X_0 \quad X_1 \quad D_2 \quad D_3 \\ \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & 1 & 0 \\ 1 & X_{21} & 1 & 0 \\ 1 & X_{31} & 0 & 1 \\ 1 & X_{41} & 0 & 1 \end{bmatrix}. \end{array}$$

Catatan bahwa kolom X_0 merupakan jumlah dari kolom D_2 dan D_3, jadi kolom tersebut saling tergantung linier. Ini mempunyai efek yang serius terhadap matrik **X'X**.

$$\mathbf{X'X} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ X_{11} & X_{21} & X_{31} & X_{41} \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & X_{11} & 1 & 0 \\ 1 & X_{21} & 1 & 0 \\ 1 & X_{31} & 0 & 1 \\ 1 & X_{41} & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 4 & \sum_{i=1}^{4} X_{i1} & 2 & 2 \\ \sum_{i=1}^{4} X_{i1} & \sum_{i=1}^{4} X_{i1}^2 & \sum_{i=1}^{2} X_{i1} & \sum_{i=3}^{4} X_{i1} \\ 2 & \sum_{i=1}^{2} X_{i1} & 2 & 0 \\ 2 & \sum_{i=3}^{4} X_{i1} & 0 & 2 \end{bmatrix}.$$

Dengan melihat hasil dari matrik di atas bahwa kolom pertama matrik **X'X** sama dengan jumlah dua kolom terakhir, jadi kolom tersebut saling tergantung linier, sehingga kita tidak bisa menemukan koefisien regresi.

Agar masalah tersebut dapat diatasi maka kita bisa mengambil satu peubah boneka untuk mendefinisikan dua kategori, yaitu untuk variabel bebas kualitatif yang mempunyai *k* kategori maka kita bisa membangun *k-1* peubah boneka. Jadi persamaan (2.16) menjadi:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 D_{i2} + \varepsilon_i \,. \tag{2.17}$$

dengan:

$$D_2 = \begin{cases} 1 \text{ jika kategori } 1 \\ 0 \text{ jika lainya} \end{cases}$$

Dengan mengasumsikan bahwa $E(\varepsilon_i) = 0$, maka dapat ditunjukkan bahwa model (2.17) memiliki nilai harapan:

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 D_{i2} \,. \tag{2.18}$$

Untuk memahami arti dari parameter dalam model tersebut, pertama pertimbangkan kasus untuk kategori 1 dimana $D_2 = 0$, dan kita mempunyai:

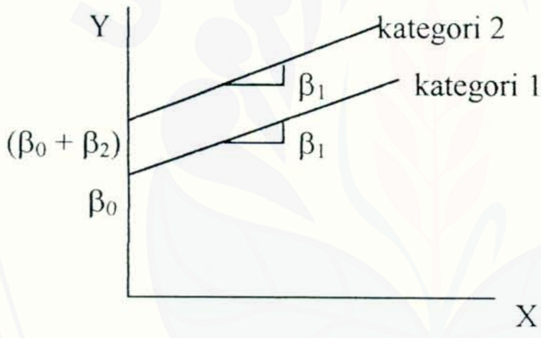
$$\begin{aligned} E(Y) &= \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2(0) \\ &= \beta_0 + \beta_1 X_{i1}. \end{aligned} \tag{2.19}$$

Persamaan (2.19) adalah persamaan garis lurus dengan intersep β_0 dan kemiringan β_1. Secara geometri sifat ini ditunjukkan dalam Gambar 2.1.

Sedangkan untuk kategori 2 kita punyai $D_2 = 1$, sehingga nilai harapannya:

$$\begin{aligned} E(Y) &= \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2(1) \\ &= (\beta_0 + \beta_2) + \beta_1 X_{i1}. \end{aligned} \tag{2.20}$$

Persamaan (2.20) tersebut juga merupakan persamaan garis lurus dengan kemiringan yang sama β_1, tetapi intersep Y, $(\beta_0 + \beta_2)$. Ini juga ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Ilustrasi arti dari parameter regresi untuk model (2.17).

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa pengaruh terhadap Y akibat perubahan dalam X adalah sama sebesar β_1 baik untuk kategori 1 maupun kategori 2, tetapi nilai harapan dari Y pada titik X yang sama adalah berbeda baik untuk kategori 1 maupun kategori 2. Dengan kata lain diasumsikan bahwa tingkat rata-rata variabel Y untuk kategori 1 dan kategori 2 berbeda, tetapi tingkat perubahan dalam rata-rata dalam variabel Y yang diakibatkan oleh variabel kuantitatif X_1 adalah sama sebesar β_1.

Pengujian hipotesis sama dengan prosedur pengujian analisis regresi linier sederhana. Misalkan kita ingin menguji hipotesis bahwa kedua kategori tersebut mempunyai intersep yang sama, maka kita bisa merumuskan hipotesis:

$$H_0 : \beta_2 = 0$$
$$H_1 : \beta_2 \neq 0$$

Dalam model (2.17) dianggap bahwa peubah boneka D_2 tidak berinteraksi dengan peubah lainya. Ini berarti bahwa pengaruh peubah lain sama saja baik terhadap kategori 1 maupun untuk kategori 2. Jika misalnya variabel Y dipengaruhi oleh variabel kuantitatif X_1 baik untuk kategori 1maupun kategori 2 maka keadaanya menjadi lain, dalam hal ini peubah D_2 berinteraksi dengan X_1 maka model (2.17) menjadi:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 D_{i2} + \beta_3 X_{i1} D_{i2} + \varepsilon_i . \tag{2.21}$$

dengan:

$$E(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 D_{i2} + \beta_3 X_{i1} D_{i2} .$$

Dengan mengasumsikan $E(\varepsilon_i) = 0$, maka kita punyai nilai harapan variabel Y untuk kategori 1dengan $D_2 = 0$, dan kita dapatkan:

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 (0) + \beta_3 X_1 (0)$$
$$= \beta_0 + \beta_1 X_{i1} .$$

Secara geometris fungsi di atas mempunyai intersep β_0 dan kemiringan β_1. sedangkan untuk kategori 2 $D_2 = 1$, kita punyai:

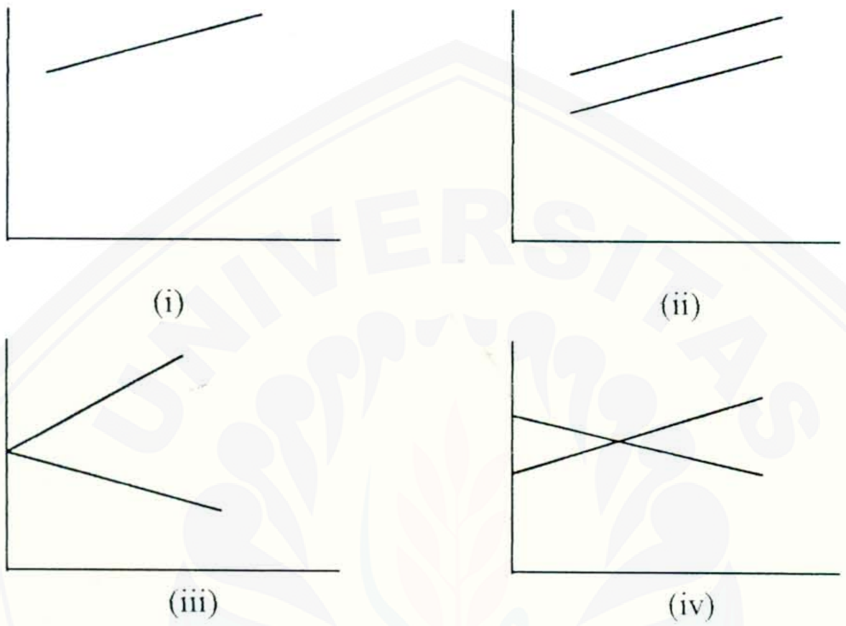
$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 (1) + \beta_3 X_{i1} (1)$$
$$= (\beta_0 + \beta_2) + (\beta_1 + \beta_3) X_{i1} .$$

Nilai harapan di atas mempunyai intersep $(\beta_0 + \beta_2)$ dan kemiringan $(\beta_1 + \beta_3)$. Sehingga β_2 diartikan sebagai perubahan intersep untuk kategori 1 dan kategori 2, sedangkan β_3 diartikan sebagai perubahan kemiringan untuk kategori 1 dan kategori 2.

Misalkan kita ingin menguji apakah penambahan faktor interaksi berpengaruh terhadap model regresi maka kita bisa menguji hipotesis dengan uji F-Sekuensial sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$$
$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0$$

Hasil dari uji hipotesis ini memiliki beberapa kemungkinan seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Ilustrasi arti dari koefisien regresi untuk model (2.21)

(i) intersep dan kemiringannya sama.

(ii) intersep berbeda tetapi kemiringannya sama.

(iii) intersep sama kemiringan berbeda.

(iv) intersep dan kemiringannya berbeda.

Pada Gambar 2.2 dapat dilihat dengan jelas bahwa variabel bebas kualitatif mempunyai pengaruh terhadap variabel bebas kuantitatif X_I . Sedemikian hingga, ketika efek interaksi antara variabel kuantitatif dan kualitatif ditunjukkan maka kita bisa membandingkan fungsi regresi untuk masing-masing kategori dari variabel kualitatif yaitu, apakah fungsi regresi tersebut mempunyai intersep dan kemiringan yang sama atau berbeda.

BAB III
METODOLOGI

3.1 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini ada dua, yaitu data simulasi dan data riil. Data simulasi digunakan untuk menguji teori-teori yang ada dalam penelitian ini, karena dengan data simulasi semua asumsi yang ada dipenuhi dan diharapkan dengan data simulasi kita bisa menemukan hal-hal yang baru dan kalau teori tersebut benar kemudian kita akan menerapkanya pada data riil.

Data riil berasal dari studi kasus yang diambil dari skripsi Tinuk Fitrias yang berjudul "Pengaruh Faktor-Faktor Sosial Ekonomi Terhadap Pendapatan Petani Pisang KUBA" Fakultas Pertanian Jurusan Sosial Ekonomi Pertanian. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Ajung Kabupaten Jember.

Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari petani secara langsung dengan metode wawancara berdasarkan daftar pertanyaan yang telah ditentukan sebelumnya, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi yang terkait dengan penelitian ini.

Metode analisa data yang digunakan ada dua yaitu analisa statistik dengan tabulasi dan analisis regresi linier berganda. Respondennya adalah petani yang ada di desa tersebut dan metode pengambilan contoh yang digunakan adalah metode *disproportionate stratified random sampling* dengan total sampel 30 petani.

Hasil analisis regresi linier berganda dari penelitian ini (penelitian Tinuk Fitrias) adalah:

$$Y = -2674715{,}99 + 3089{,}81\, X_1 + 343{,}36\, X_2 + 407{,}81\, X_3 - 79453{,}84\, X_4 - 0{,}53\, X_5 + 240{,}44\, X_6 + 8844{,}38\, X_7$$

dengan:

Y = pendapatan (Rp).

X_1 = umur (th).

X_2 = pendidikan formal (th).

X_3 = jumlah anggota keluarga (jiwa).

X_4 = luas lahan (Ha).

X_5 = biaya produksi (Rp).

X_6 = produksi (Kg).

X_7 = harga jual (Rp).

(Tinuk Fitrias, 1998).

3.2 Identifikasi Variabel

Notasi yang digunakan dalam penelitian ini sama dengan notasi yang digunakan dalam tinjauan pustaka yaitu Y sebagai variabel tak bebas dan X sebagai variabel bebas. Untuk variabel kualitatif yang telah dikuantifikasi dengan menggunakan peubah boneka (*dummy variabel*) kami menggunakan simbol D.

Data simulasi dibangkitkan melalui komputer dengan Y ditetapkan berdistribusi normal ($Y \sim N(\mu, \sigma^2)$, untuk variabel kualitatif kategori 1 diberi kode 0 dan untuk kategori 2 diberi simbol 1. Dalam skripsi Tinuk Fitrias variabel kualitatif tingkat pendidikan dijadikan tahun, sedangkan dalam penelitian ini variabel kualitatif tingkat pendidikan yang mempunyai tiga kategori (SD, SMP, SMA) akan dikuantifikasi dengan menggunakan peubah boneka. Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

Y = pendapatan (Rp).

X_1 = umur (th).

X_2 = jumlah anggota keluarga (jiwa).

X_3 = luas lahan (m^2).

X_4 = harga jual (Rp).

$$D_5 = \begin{cases} 0 \text{ jika SMP} \\ 1 \text{ jika lainya} \end{cases}$$

$$D_6 = \begin{cases} 0 \text{ jika SMA} \\ 1 \text{ jika lainya} \end{cases}$$

Paket komputer yang dipergunakan untuk menganalisis data adalah S-plus.

3.3 Metode Pengolahan Data

Dari data yang telah ada kemudian diolah dengan langkah–langkah sebagai berikut :

1. Pertama yang kita lakukan yaitu membuat model regresi tanpa menggunakan peubah boneka (digabung), untuk melihat kelebihan apabila menggunakan peubah boneka dan tidak.
2. Kedua mementukan variabel yang akan dijadikan sebagai variabel boneka (*Dummy variable*).
3. Memasukkan peubah boneka ke dalam model regresi.
4. Memasukkan nilai peubah boneka ke dalam model regresi .
5. Membandingkan jika menggunakan menggunakan peubah boneka dan tanpa menggunakan peubah boneka (baik *JKR*, *JKE*, Standar kesalahan, dan R^2).

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Cara membangun suatu model regresi yang peubah bebasnya mengandung variabel bebas kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan peubah boneka sama dengan analisis regresi linier berganda. Untuk variabel bebas kualitatif yang mempunyai k kategori, kita bisa membangun k-1 peubah boneka agar kita bisa menemukan penduga koefisien β.
2. Estimasi parameter uji dan inferensi dari model regresi yang peubah bebasnya mengandung variabel kualitatif dan kuantitatif dengan menggunakan peubah boneka juga sama dengan analisis regresi linier berganda.
3. Hasil analisis menunjukkan apabila dalam suatu model regresi diduga ada variabel kualitatif yang ikut mempengaruhi variabel tak bebas Y, sebaiknya variabel tersebut digunakan dalam model dengan menggunakan peubah boneka (*dummy variable*). Ketika nilai dari peubah boneka dimasukkan ke dalam model maka akan dihasilkan fungsi regresi untuk tiap-tiap kategori dari variabel kualitatif, dan fungsi regresi tersebut akan mempunyai beberapa kemungkinan garis regresi yaitu antara tiap-tiap kategori mempunyai garis regresi yang sama, sejajar atau berbeda Bila dibandingkan dengan tanpa menggunakan peubah boneka (dianalisis bersama) maka akan dihasilkan satu garis regresi, dan kemungkinan besar garis regresi tersebut tidak bisa mewakili tiap-tiap kategori dari variabel kualitatif. Jadi peubah boneka merupakan cara yang sederhana untuk mengkuantifikasi variabel kualitatif agar bisa digunakan dalam model regresi.

5.2 Saran

1. Diharapkan apabila dalam model regresi diduga bahwa variabel kualitatif ikut berpengaruh dalam model regresi, maka sebaiknya digunakan peubah boneka untuk menkuantifikasi variabel kualitatif tersebut agar bisa digunakan dalam model regresi.
2. Perlu dikembangkan untuk kondisi jika diantara kategori dari variabel kualitatif tidak bebas, bagaimana cara mengatasinya.

DAFTAR PUSTAKA

Montgomery D.C. & Peck E.A, (1991), *Introduction to Linear Regression Analysis*, New York: Jhon Willey & Sonc, 2nd edition.

Gaspert V, (1991), *Ekonometrika Terapan I*, Bandung, Penerbit Tarsito Bandung.

Neter J, Wasserman W. & Kutner M.H. (1985), *Applied Linear Statistical Model*, Irwin 2nd Edition.

Tirta M. I, (2000), *Diktat Kuliah Pemodelan Matematika*, Jurusan Matematika Fakultas MIPA Universitas Jember.

Soejoeti Zanzawi, (1986), *Pengantar Statistika Matematika I* , Penerbit Karunika Jakarta, Universitas Terbuka.

Draper, N. dan Smith H, (1992), *Analisis Regresi Terapan (Terjemahan)*, Edisi ke-2,Penerbit PT Gramedia Pustaka utama Jakarta.

Fitrias Tinuk, (1998), *Pengaruh Faktor-Faktor Sosial Ekonomi Terhadap Pendapatan Petani Pisang KUBA*, Skripsi, Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Lampiran 1

1. Program Untuk Model Regresi Data jenis 1

1.1 Program untuk membangkitkan data

```
#untuk kategori 1
n_40
k_1
x1_matrix(1,n,k+1)
x1[,2]_c(abs(round(rnorm(n,10,3))))
beta1_matrix(0,k+1,1)
beta1[,1]_c(2,3)
mu1_x1%*%beta1

#untuk kategori 2
x2_matrix(1,n,k+1)
x2[,2]_c(abs(round(rnorm(n,10,3))))
beta2_matrix(0,k+1,1)
beta2[,1]_c(2,3)
mu2_x2%*%beta2
y1_matrix(0,n,1)
y1[,1]_c(round(rnorm(n,mu1,2)))
y2_matrix(0,n,1)
y2[,1]_c(round(rnorm(n,mu2,2)))
print(x1)
print(y1)
print(x2)
print(y2)
```

1.2 Program Data simulasi Apabila Dianalisis Bersama

```
n_80
k_1
x_matrix(1,n,k+1)
x[,2]_c(13,9,12,7,6,9,10,12,7,12,9,7,9,14,15,4,10,8,6,13,5,13,10,1
   0,13,15,13,10,8,10,11,1,9,10,14,5,2,9,9,9,9,11,3,4,10,10,7,5,10
   ,6,16,11,5,11,9,16,9,7,11,13,5,4,16,17,6,13,6,14,6,6,6,13,11,9,
   6,9,5,7,15,11)
y_matrix(0,n,1)
y[,1]_c(40,33,38,19,20,24,27,37,26,39,32,34,39,44,46,13,32,27,18,4
   0,17,39,30,33,39,49,45,34,29,33,35,4,31,33,44,16,7,30,29,25,30,
   36,13,12,31,29,26,16,33,33,51,37,17,36,28,48,26,23,37,37,16,14,
   53,54,23,41,23,43,18,18,23,42,35,32,18,29,15,22,48,37)
beta.hat_solve(t(x)%*%x)%*%t(x)%*%y
print(beta.hat)
cjj_solve(t(x)%*%x)
a_sum(y)
a2_a^2
fk_a2/n
JKT_t(y)%*%y-fk
JKR_t(beta.hat)%*%t(x)%*%y-fk
KTR_JKR/k
JKE_JKT-JKR
KTE_JKE/(n-k-1)
var_KTE
st.error_sqrt(var)
print(st.error)
F0_KTR/KTE
```



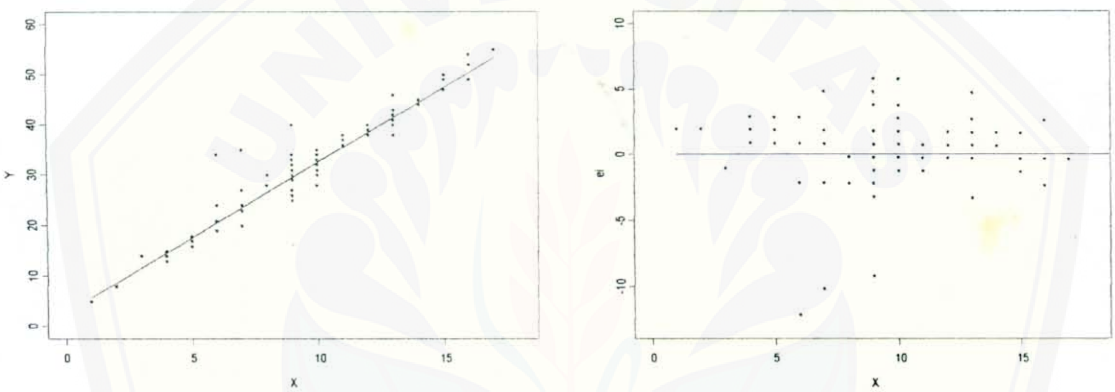
```
R2_JKR/JKT
print(R2)
varb0_var*cjj[1,1]
varb1_var*cjj[2,2]
seb0_sqrt(varb0)
seb1_sqrt(varb1)
tb0_beta.hat[1,1]/seb0
tb1_beta.hat[2,1]/seb1
cat("\ntabel analisis ragam\n")
cat("\nsumber keragaman\tdb\t\tjk\t\tkt\t\tf0\n")
cat("\ regresi\t","\t",k,"\t",JKR,"\t",KTR,"\t",F0,"\n")
cat("\error\t","\t",n-k-1,"\t",JKE,"\t",KTE,"\n")
cat("\ total\t","\t",n-1,"\t",JKT,"\t","\n")
cat("\nanalisis regresi\n")
cat("\nkomponen\testimator\t\tt-val\t\tse\t\n")
cat("\konstanta\t","\t",beta.hat[1,1],"\t",tb0,"\t",seb0,"\n")
cat("\ beta1\t","\t",beta.hat[2,1],"\t",tb1,"\t",seb1,"\n")
#IK 95% untuk koefisien b0
bb.b0_beta.hat[1,1]-(1.96*seb0)
ba.b0_beta.hat[1,1]+(1.96*seb0)
#IK 95% untuk koefisien b1
bb.b1_beta.hat[1,1]-(1.96*seb1)
ba.b1_beta.hat[1,1]+(1.96*seb1)
y11_beta.hat[1,1]+beta.hat[2,1]*x[,2]
ei1_y11-y
plot(x[,2],y[,1],pch='*',xlab="X",ylab="Y",xlim=c(0,18),ylim=c(0,60))
lines(x[,2],y11,lty=1)
plot(x[,2],ei1,pch="*",xlab="X",ylab="ei",xlim=c(0,18),ylim=c(-13,10))
lines(x[,2]*0)
```

Hasil Program

```
> print(beta.hat)
         [,1]
[1,] 2.654269
[2,] 2.976754

> print(st.error)
         [,1]
[1,] 2.993891

> print(R2)
          [,1]
[1,] 0.9272436

tabel analisis ragam
sumber keragaman  db      jk                kt                f0
regresi            1   8910.24337489423  8910.24337489423  994.071119651627
error             78   699.14412510577   8.96338621930474
total             79   9609.3875

analisis regresi
komponen        estimator              t-val              se
konstanta     2.65426880811521      2.81802337066822    0.941890275198752
beta1         2.97675401521553      31.5288934098803    0.0944135265553815

#IK 95% untuk koefisien b0
> bb.b0 <- beta.hat[1, 1] - (1.96 * seb0)
> print(bb.b0)
          [,1]
[1,] 0.8081639
```

```
> ba.b0 <- beta.hat[1, 1] + (1.96 * seb0)
> print(ba.b0)
         [,1]
[1,] 4.500374

#IK 95% untuk koefisien b1
> bb.b1 <- beta.hat[2, 1] - (1.96 * seb1)
> print(bb.b1)
         [,1]
[1,] 2.791704

> ba.b1 <- beta.hat[2, 1] + (1.96 * seb1)
> print(ba.b1)
         [,1]
[1,] 3.161805
```

Gambar A1



1.3 Menggunakan Peubah Boneka

```
n_80
k_2
x_matrix(1,n,k+1)
x[,2]_c(13,9,12,7,6,9,10,12,7,12,9,7,9,14,15,4,10,8,6,13,5,13,10,1
   0,13,15,13,10,8,10,11,1,9,10,14,5,2,9,9,9,9,11,3,4,10,10,7,5,10
   ,6,16,11,5,11,9,16,9,7,11,13,5,4,16,17,6,13,6,14,6,6,6,13,11,9,
   6,9,5,7,15,11)
x[,3]_c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,
   1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
   ,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)
y_matrix(0,n,1)
y[,1]_c(40,33,38,19,20,24,27,37,26,39,32,34,39,44,46,13,32,27,18,4
   0,17,39,30,33,39,49,45,34,29,33,35,4,31,33,44,16,7,30,29,25,30,
   36,13,12,31,29,26,16,33,33,51,37,17,36,28,48,26,23,37,37,16,14,
   53,54,23,41,23,43,18,18,23,42,35,32,18,29,15,22,48,37)
beta.hat_solve(t(x)%*%x)%*%t(x)%*%y
print(beta.hat)
x1_c(13,9,12,7,6,9,10,12,7,12,9,7,9,14,15,4,10,8,6,13,5,13,10,10,1
   3,15,13,10,8,10,11,1,9,10,14,5,2,9,9,9)
x2_c(9,11,3,4,10,10,7,5,10,6,16,11,5,11,9,16,9,7,11,13,5,4,16,17,6
   ,13,6,14,6,6,6,13,11,9,6,9,5,7,15,11)
```



```
y1_c(40,33,38,19,20,24,27,37,26,39,32,34,39,44,46,13,32,27,18,40,1
   7,39,30,33,39,49,45,34,29,33,35,4,31,33,44,16,7,30,29,25)
y2_c(30,36,13,12,31,29,26,16,33,33,51,37,17,36,28,48,26,23,37,37,1
   6,14,53,54,23,41,23,43,18,18,23,42,35,32,18,29,15,22,48,37)
cjj_solve(t(x)%*%x)
a_sum(y)
a2_a^2
fk_a2/n
JKT_t(y)%*%y-fk
JKR_t(beta.hat)%*%t(x)%*%y-fk
KTR_JKR/k
JKE_JKT-JKR
KTE_JKE/(n-k-1)
var_KTE
st.error_sqrt(var)
print(st.error)
F0_KTR/KTE
R2_JKR/JKT
print(R2)
varb0_var*cjj[1,1]
varb1_var*cjj[2,2]
varb2_var*cjj[3,3]
seb0_sqrt(varb0)
seb1_sqrt(varb1)
seb2_sqrt(varb2)
tb0_beta.hat[1,1]/seb0
tb1_beta.hat[2,1]/seb1
tb2_beta.hat[3,1]/seb2
cat("\ntabel analisis ragam\n")
cat("\nsumber keragaman\tdb\t\tjk\t\tkt\t\tf0\n")
cat("\ regresi\t","\t",k,"\t",JKR,"\t",KTR,"\t",F0,"\n")
cat("\error\t","\t",n-k-1,"\t",JKE,"\t",KTE,"\n")
cat("\ total\t","\t",n-1,"\t",JKT,"\t","\n")
cat("\nanalisis regresi\n")
cat("\nkomponen\testimator\t\tt-val\t\tse\t\n")
cat("\konstanta\t","\t",beta.hat[1,1],"\t",tb0,"\t",seb0,"\n")
cat("\ beta1\t","\t",beta.hat[2,1],"\t",tb1,"\t",seb1,"\n")
cat("\ beta2\t","\t",beta.hat[3,1],"\t",tb2,"\t",seb2,"\n")
#IK 95% untuk koefisien b0
bb.b0_beta.hat[1,1]-(1.96*seb0)
ba.b0_beta.hat[1,1]+(1.96*seb0)
#IK 95% untuk koefisien b1
bb.b1_beta.hat[1,1]-(1.96*seb1)
ba.b1_beta.hat[1,1]+(1.96*seb1)
#IK 95% untuk koefisien b2
bb.b2_beta.hat[3,1]-(1.96*seb2)
ba.b2_beta.hat[3,1]+(1.96*seb2)
#untuk kategori 1
y11_beta.hat[1,1]+beta.hat[2,1]*x[,2]
ei1_y11-y
#untuk kategori 2
y22_(beta.hat[1,1]+beta.hat[3,1])+beta.hat[2,1]*x[,2]
ei2_y22-y
plot(x1,y1,pch='P',xlab="x[,2]",ylab="y[,1]",xlim=c(0,18),ylim=c(0,60))
points(x2,y2,pch='L')
lines(x[,2],y11,lty=1)
lines(x[,2],y22,lty=1)
```



```
plot(x[,2],ei1,pch='P',xlab="X",ylab="ei",xlim=c(0,18),ylim=c(-13,8))
points(x[,2],ei2,pch='L')
lines(x[,2]*0)
```

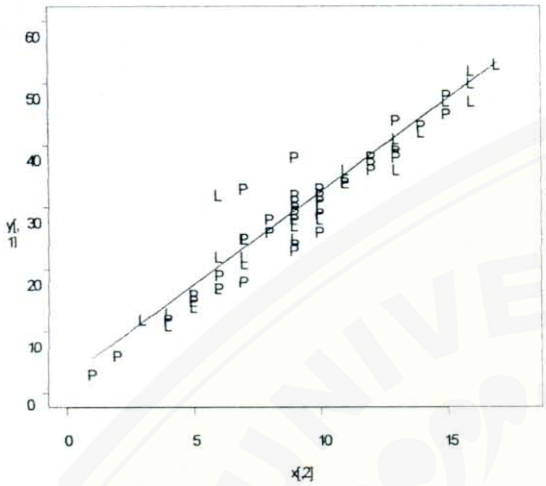
Hasil Simulasi

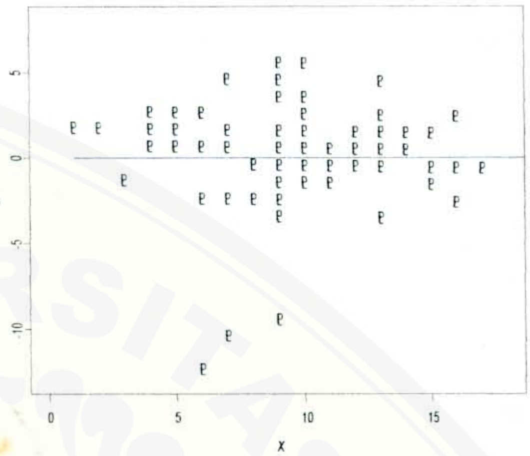
```
> print(beta.hat)
            [,1]
[1,]  2.68569402
[2,]  2.97709848
[3,] -0.06927462

> print(st.error)
         [,1]
[1,] 3.013063

> print(R2)
          [,1]
[1,] 0.9272536

tabel analisis ragam
sumber keragaman db       jk                kt               f0
regresi          2   8910.33923503921  4455.1696175196  490.735872963296
error            77  699.048264960788 9.07854889559464
total            79  9609.3875

analisis regresi
komponen        estimator           t-val               se
konstanta  2.68569401573278   2.69639011502706   0.996033178124089
beta1      2.97709847655079   31.3124257479444   0.0950772227139326
beta2     -0.0692746191377949  -0.102756859405162   0.674160533309514

#IK 95% untuk koefisien b0
> bb.b0 <- beta.hat[1, 1] - (1.96 * seb0)
> print(bb.b0)
         [,1]
[1,] 0.733469

> ba.b0 <- beta.hat[1, 1] + (1.96 * seb0)
> print(ba.b0)
         [,1]
[1,] 4.637919

#IK 95% untuk koefisien b1
> bb.b1 <- beta.hat[2, 1] - (1.96 * seb1)
> print(bb.b1)
         [,1]
[1,] 2.790747

> ba.b1 <- beta.hat[2, 1] + (1.96 * seb1)
> print(ba.b1)
        [,1]
[1,] 3.16345

#IK 95% untuk koefisien b2
> bb.b2 <- beta.hat[3, 1] - (1.96 * seb2)
> print(bb.b2)
          [,1]
[1,] -1.390629

> ba.b2 <- beta.hat[3, 1] + (1.96 * seb2)
```



```
> print(ba.b2)
        [,1]
[1,] 1.25208
```

Gambar A2





2. Program Untuk Model Regresi Data jenis 2

2.1 Program untuk membangkitkan data

```
#untuk kategori 1
n_60
k_1
x1_matrix(1,n,k+1)
x1[,2]_c(round(rnorm(n,10,3)))
beta1_matrix(0,k+1,1)
beta1[,1]_c(2,2)
mu1_x1%*%beta1

#untuk kategori 2
x2_matrix(1,40,k+1)
x2[,2]_c(round(rnorm(40,15,5)))
beta2_matrix(0,k+1,1)
beta2[,1]_c(7,2)
mu2_x2%*%beta2
y1_matrix(0,n,1)
y1[,1]_c(round(rnorm(n,mu1,1)))
y2_matrix(0,40,1)
y2[,1]_c(round(rnorm(40,mu2,2)))
print(x1)
print(y1)
print(x2)
print(y2)
```

2.2 Program Apabila Dianalisis Bersama

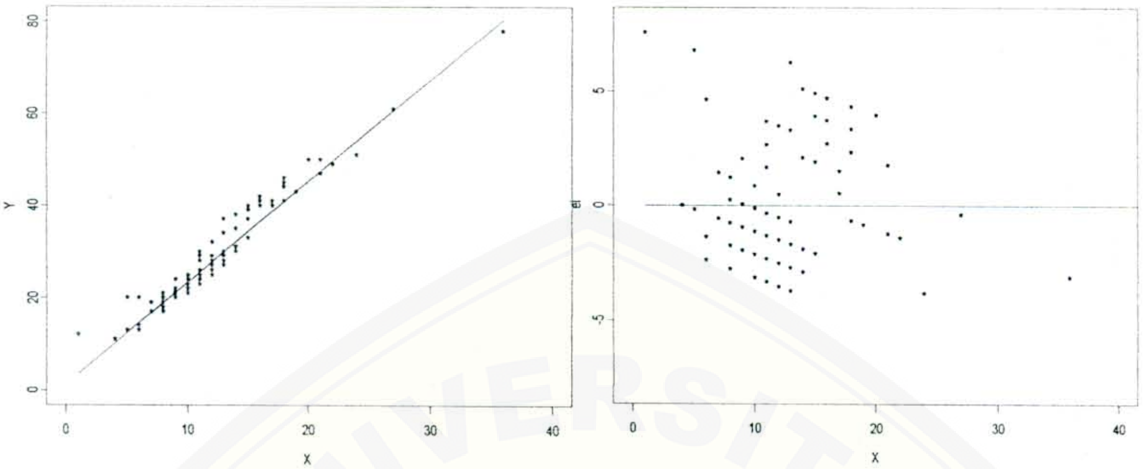
```
n_100
k_1
x_matrix(1,n,k+1)
```

```
x[,2]_c(11,8,5,9,14,11,10,7,11,7,6,12,12,11,8,10,12,10,10,13,15,7,
   7,9,10,11,12,6,13,8,8,13,9,9,8,8,13,10,8,9,11,4,8,10,9,12,13,13
   ,11,14,11,12,8,12,12,9,10,8,8,12,18,5,19,14,18,20,21,11,21,24,1
   5,14,6,12,18,15,36,13,13,17,14,11,18,17,22,14,15,16,11,1,18,16,
   9,15,27,16,11,8,11,12)
y_matrix(0,n,1)
y[,1]_c(23,19,12,20,30,22,23,18,24,16,12,27,26,25,18,20,27,23,22,2
   9,32,16,16,19,23,25,25,13,28,17,19,28,21,19,18,20,28,24,16,19,2
   5,10,18,22,20,27,27,26,25,29,24,26,17,26,25,19,21,18,17,24,44,1
   9,42,37,44,49,46,27,49,50,39,34,19,28,43,36,77,36,33,39,34,28,4
   0,40,48,34,38,40,28,11,45,39,23,38,60,41,27,20,29,31)
beta.hat_solve(t(x)%*%x)%*%t(x)%*%y
print(beta.hat)
cjj_solve(t(x)%*%x)
a_sum(y)
a2_a^2
fk_a2/n
jkt_t(y)%*%y-fk
jkr_t(beta.hat)%*%t(x)%*%y-fk
ktr_jkr/k
jke_jkt-jkr
kte_jke/(n-k-1)
var_kte
st.error_sqrt(var)
print(st.error)
f0_ktr/kte
R2_jkr/jkt
print(R2)
varb0_var*cjj[1,1]
varb1_var*cjj[2,2]
seb0_sqrt(varb0)
seb1_sqrt(varb1)
tb0_beta.hat[1,1]/seb0
tb1_beta.hat[2,1]/seb1
cat("\ntabel analisis ragam\n")
cat("\nsumber keragaman\tdb\t\tjk\t\tkt\t\tf0\n")
cat("\ regresi\t","\t",k,"\t",jkr,"\t",ktr,"\t",f0,"\n")
cat("\error\t","\t",n-k-1,"\t",jke,"\t",kte,"\n")
cat("\ total\t","\t",n-1,"\t",jkt,"\t","\n")
cat("\nanalisis regresi\n")
cat("\nkomponen\testimator\t\tt-val\t\tse\t\n")
cat("\konstanta\t","\t",beta.hat[1,1],"\t",tb0,"\t",seb0,"\n")
cat("\ beta1\t","\t",beta.hat[2,1],"\t",tb1,"\t",seb1,"\n")
#IK 95% untuk koefisien b0
bb.b0_beta.hat[1,1]-(1.96*seb0)
ba.b0_beta.hat[1,1]+(1.96*seb0)
#IK 95% untuk koefisien b1
bb.b1_beta.hat[1,1]-(1.96*seb1)
ba.b1_beta.hat[1,1]+(1.96*seb1)
y11_beta.hat[1,1]+beta.hat[2,1]*x[,2]
plot(x[,2],y[,],pch='*',xlim=c(0,40),ylim=c(0,80),xlab="X",ylab="Y")
lines(x[,2],y11,lty=1)
ei1_y-y11
plot(x[,2],ei1,pch='*',xlab="X",ylab="ei",xlim=c(0,40),ylim=c(-8,8))
lines(x[,2]*0)
```


Hasil program

```
> print(beta.hat)
         [,1]
[1,] 1.442375
[2,] 2.190871

> print(st.error)
        [,1]
[1,] 2.993891

> print(R2)
          [,1]
[1,] 0.9498812

tabel analisis ragam
sumber keragaman  db        jk                  kt                 f0
regresi            1   11875.8986160723  11875.8986160723 1857.35225089592
error             98  626.61138392768    6.39399371354776
total             99  12502.51

analisis regresi
komponen       estimator          t-val                se
konstanta  1.44237508032926  2.17032560736117  0.6645892558412
beta1      2.19087054753273  43.0970097674531  0.0508357902173361

#IK 95% untuk koefisien b0
> bb.b0 <- beta.hat[1, 1] - (1.96 * seb0)
> print(bb.b0)
          [,1]
[1,] 0.1397801

> ba.b0 <- beta.hat[1, 1] + (1.96 * seb0)


> print(ba.b0)
        [,1]
[1,] 2.74497

#IK 95% untuk koefisien b1
> bb.b1 <- beta.hat[2, 1] - (1.96 * seb1)
> print(bb.b1)
         [,1]
[1,] 2.091232

> ba.b1 <- beta.hat[2, 1] + (1.96 * seb1)
> print(ba.b1)
         [,1]
[1,] 2.290509
```

Gambar B1



2.3 Menggunakan Peubah Boneka

```
n_100
k_2
x_matrix(1,n,k+1)
x[,2]_c(11,8,5,9,14,11,10,7,11,7,6,12,12,11,8,10,12,10,10,13,15,7,
   7,9,10,11,12,6,13,8,8,13,9,9,8,8,13,10,8,9,11,4,8,10,9,12,13,13
   ,11,14,11,12,8,12,12,9,10,8,8,12,18,5,19,14,18,20,21,11,21,24,1
   5,14,6,12,18,15,36,13,13,17,14,11,18,17,22,14,15,16,11,1,18,16,
   9,15,27,16,11,8,11,12)
x[,3]_c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,
   1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0
   ,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
   0,0,0,0,0,0,0,0)
y_matrix(0,n,1)
y[,1]_c(23,19,12,20,30,22,23,18,24,16,12,27,26,25,18,20,27,23,22,2
   9,32,16,16,19,23,25,25,13,28,17,19,28,21,19,18,20,28,24,16,19,2
   5,10,18,22,20,27,27,26,25,29,24,26,17,26,25,19,21,18,17,24,44,1
   9,42,37,44,49,46,27,49,50,39,34,19,28,43,36,77,36,33,39,34,28,4
   0,40,48,34,38,40,28,11,45,39,23,38,60,41,27,20,29,31)
beta.hat_solve(t(x)%*%x)%*%t(x)%*%y
print(beta.hat)
x1_c(11,8,5,9,14,11,10,7,11,7,6,12,12,11,8,10,12,10,10,13,15,7,7,9
   ,10,11,12,6,13,8,8,13,9,9,8,8,13,10,8,9,11,4,8,10,9,12,13,13,11
   ,14,11,12,8,12,12,9,10,8,8,12)
x2_c(18,5,19,14,18,20,21,11,21,24,15,14,6,12,18,15,36,13,13,17,14,
   11,18,17,22,14,15,16,11,1,18,16,9,15,27,16,11,8,11,12)
y1_c(23,19,12,20,30,22,23,18,24,16,12,27,26,25,18,20,27,23,22,29,3
   2,16,16,19,23,25,25,13,28,17,19,28,21,19,18,20,28,24,16,19,25,1
   0,18,22,20,27,27,26,25,29,24,26,17,26,25,19,21,18,17,24)
y2_c(44,19,42,37,44,49,46,27,49,50,39,34,19,28,43,36,77,36,33,39,3
   4,28,40,40,48,34,38,40,28,11,45,39,23,38,60,41,27,20,29,31)
cjj_solve(t(x)%*%x)
a_sum(y)
a2_a^2
fk_a2/n
JKT_t(y)%*%y-fk
```

```
JKR_t(beta.hat)%*%t(x)%*%y-fk
KTR_JKR/k
JKE_JKT-JKR
KTE_JKE/(n-k-1)
var_KTE
st.error_sqrt(var)
print(st.error)
F0_KTR/KTE
R2_JKR/JKT
print(R2)
varb0_var*cjj[1,1]
varb1_var*cjj[2,2]
varb2_var*cjj[3,3]
seb0_sqrt(varb0)
seb1_sqrt(varb1)
seb2_sqrt(varb2)
tb0_beta.hat[1,1]/seb0
tb1_beta.hat[2,1]/seb1
tb2_beta.hat[3,1]/seb2
cat("\ntabel analisis ragam\n")
cat("\nsumber keragaman\tdb\t\tjk\t\tkt\t\tf0\n")
cat("\ regresi\t","\t",k,"\t",jkr,"\t",ktr,"\t",f0,"\n")
cat("\error\t","\t",n-k-1,"\t",jke,"\t",kte,"\n")
cat("\ total\t","\t",n-1,"\t",jkt,"\t","\n")
cat("\nanalisis regresi\n")
cat("\nkomponen\testimator\t\tt-val\t\tse\t\n")
cat("\konstanta\t","\t",beta.hat[1,1],"\t",tb0,"\t",seb0,"\n")
cat("\ beta1\t","\t",beta.hat[2,1],"\t",tb1,"\t",seb1,"\n")
cat("\ beta2\t","\t",beta.hat[3,1],"\t",tb2,"\t",seb2,"\n")
#IK 95% untuk koefisien b0
bb.b0_beta.hat[1,1]-(1.96*seb0)
ba.b0_beta.hat[1,1]+(1.96*seb0)
#IK 95% untuk koefisien b1
bb.b1_beta.hat[1,1]-(1.96*seb1)
ba.b1_beta.hat[1,1]+(1.96*seb1)
#IK 95% untuk koefisien b2
bb.b2_beta.hat[3,1]-(1.96*seb2)
ba.b2_beta.hat[3,1]+(1.96*seb2)
#untuk kategori 1
y11_beta.hat[1,1]+beta.hat[2,1]*x[,2]
#untuk kategori 2
y22_(beta.hat[1,1]+beta.hat[3,1])+beta.hat[2,1]*x[,2]
plot(x1,y1,pch='P',xlim=c(0,40),ylim=c(0,80),xlab="x1",ylab="y1")
points(x2,y2,pch='L')
lines(x[,2],y11,lty=1)
lines(x[,2],y22,lty=1)
ei1_y-y11
ei2_y-y22
plot(x[,2],ei1,pch='p',xlim=c(0,40),ylim=c(-8,8),xlab="X",ylab="ei")
points(x[,2],ei2,pch='L')
lines(x[,2]*0)
```

Hasil Simulasi

```
> print(beta.hat)
          [,1]
[1,]  7.565974
[2,]  1.931963
```

```
[3,] -4.989001

> print(st.error)
          [,1]
[1,] 1.418223

> print(R2)
          [,1]
[1,] 0.984395

tabel analisis ragam
sumber keragaman   db     jk                  kt                f0
regresi            2    12307.4083585118   6153.70417925592 3059.47864320811
error              97   195.101641488145   2.01135712874376
total              99   12502.51

analisis regresi
komponen           estimator           t-val                   se
konstanta      7.56597356273599    13.5079326482992     0.560113361513438
beta1          1.93196251223948    57.589956892313      0.0335468650523917
beta2          -4.98900055951878   -14.647068350441     0.340614274485077

#IK 95% untuk koefisien b0
> bb.b0 <- beta.hat[1, 1] - (1.96 * seb0)
> print(bb.b0)
          [,1]
[1,] 6.468151

> ba.b0 <- beta.hat[1, 1] + (1.96 * seb0)
> print(ba.b0)
          [,1]
[1,] 8.663796

#IK 95% untuk koefisien b1
> bb.b1 <- beta.hat[2, 1] - (1.96 * seb1)
> print(bb.b1)
          [,1]
[1,] 1.866211

> ba.b1 <- beta.hat[2, 1] + (1.96 * seb1)
> print(ba.b1)
          [,1]
[1,] 1.997714

#IK 95% untuk koefisien b2
> bb.b2 <- beta.hat[3, 1] - (1.96 * seb2)
> print(bb.b2)
          [,1]
[1,] -5.656605

> ba.b2 <- beta.hat[3, 1] + (1.96 * seb2)
> print(ba.b2)
          [,1]
[1,] -4.321397
```

Gambar B2

2.4 Dengan Faktor Interaksi

```
n_100
k_3
x_matrix(1,n,k+1)
x[,2]_c(11,8,5,9,14,11,10,7,11,7,6,12,12,11,8,10,12,10,10,13,15,7,
   7,9,10,11,12,6,13,8,8,13,9,9,8,8,13,10,8,9,11,4,8,10,9,12,13,13
   ,11,14,11,12,8,12,12,9,10,8,8,12,18,5,19,14,18,20,21,11,21,24,1
   5,14,6,12,18,15,36,13,13,17,14,11,18,17,22,14,15,16,11,1,18,16,
   9,15,27,16,11,8,11,12)
x[,3]_c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,
   1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0
   ,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
   0,0,0,0,0,0,0,0)
x[,4]_x[,2]*x[,3]
y_matrix(0,n,1)
y[,1]_c(23,19,12,20,30,22,23,18,24,16,12,27,26,25,18,20,27,23,22,2
   9,32,16,16,19,23,25,25,13,28,17,19,28,21,19,18,20,28,24,16,19,2
   5,10,18,22,20,27,27,26,25,29,24,26,17,26,25,19,21,18,17,24,44,1
   9,42,37,44,49,46,27,49,50,39,34,19,28,43,36,77,36,33,39,34,28,4
   0,40,48,34,38,40,28,11,45,39,23,38,60,41,27,20,29,31)
beta.hat_solve(t(x)%*%x)%*%t(x)%*%y
print(beta.hat)
x1_c(11,8,5,9,14,11,10,7,11,7,6,12,12,11,8,10,12,10,10,13,15,7,7,9
   ,10,11,12,6,13,8,8,13,9,9,8,8,13,10,8,9,11,4,8,10,9,12,13,13,11
   ,14,11,12,8,12,12,9,10,8,8,12)
x2_c(18,5,19,14,18,20,21,11,21,24,15,14,6,12,18,15,36,13,13,17,14,
   11,18,17,22,14,15,16,11,1,18,16,9,15,27,16,11,8,11,12)
y1_c(23,19,12,20,30,22,23,18,24,16,12,27,26,25,18,20,27,23,22,29,3
   2,16,16,19,23,25,25,13,28,17,19,28,21,19,18,20,28,24,16,19,25,1
   0,18,22,20,27,27,26,25,29,24,26,17,26,25,19,21,18,17,24)
y2_c(44,19,42,37,44,49,46,27,49,50,39,34,19,28,43,36,77,36,33,39,3
   4,28,40,40,48,34,38,40,28,11,45,39,23,38,60,41,27,20,29,31)
cjj_solve(t(x)%*%x)
a_sum(y)
a2_a^2
fk_a2/n
jkt_t(y)%*%y-fk
```



```
jkr_t(beta.hat)%*%t(x)%*%y-fk
ktr_jkr/k
jke_jkt-jkr
kte_jke/(n-k-1)
var_kte
st.error_sqrt(var)
print(st.error)
f0_ktr/kte
R2_jkr/jkt
print(R2)
varb0_var*cjj[1,1]
varb1_var*cjj[2,2]
varb2_var*cjj[3,3]
varb3_var*cjj[4,4]
seb0_sqrt(varb0)
seb1_sqrt(varb1)
seb2_sqrt(varb2)
seb3_sqrt(varb3)
tb0_beta.hat[1,1]/seb0
tb1_beta.hat[2,1]/seb1
tb2_beta.hat[3,1]/seb2
tb3_beta.hat[4,1]/seb3
cat("\ntabel analisis ragam\n")
cat("\nsumber keragaman\tdb\t\tjk\t\tkt\t\tf0\n")
cat("\ regresi\t","\t",k,"\t",jkr,"\t",ktr,"\t",f0,"\n")
cat("\error\t","\t",n-k-1,"\t",jke,"\t",kte,"\n")
cat("\ total\t","\t",n-1,"\t",jkt,"\t","\n")
cat("\nanalisis regresi\n")
cat("\nkomponen\testimator\t\tt-val\t\tse\t\n")
cat("\konstanta\t","\t",beta.hat[1,1],"\t",tb0,"\t",seb0,"\n")
cat("\ beta1\t","\t",beta.hat[2,1],"\t",tb1,"\t",seb1,"\n")
cat("\ beta2\t","\t",beta.hat[3,1],"\t",tb2,"\t",seb2,"\n")
cat("\ beta3\t","\t",beta.hat[4,1],"\t",tb3,"\t",seb3,"\n")
#IK 95% untuk koefisien b0
bb.b0_beta.hat[1,1]-(1.96*seb0)
ba.b0_beta.hat[1,1]+(1.96*seb0)
#IK 95% untuk koefisien b1
bb.b1_beta.hat[1,1]-(1.96*seb1)
ba.b1_beta.hat[1,1]+(1.96*seb1)
#IK 95% untuk koefisien b2
bb.b2_beta.hat[3,1]-(1.96*seb2)
ba.b2_beta.hat[3,1]+(1.96*seb2)
#IK 95% untuk koefisien b3
bb.b3_beta.hat[4,1]-(1.96*seb3)
ba.b3_beta.hat[4,1]+(1.96*seb3)
#untuk kategori 1
y11_beta.hat[1,1]+beta.hat[2,1]*x[,2]
#untuk kategori 2
y22_(beta.hat[1,1]+beta.hat[3,1])+(beta.hat[2,1]+beta.hat[4,1])*x[
    ,2]
ei1_y-y11
ei2_y-y22
plot(x1,y1,pch='P',xlim=c(0,40),ylim=c(0,80),xlab="x1",ylab="y1")
points(x2,y2,pch='L')
lines(x[,2],y11,lty=1)
lines(x[,2],y22,lty=1)
plot(x[,2],ei1,pch='p',xlim=c(0,40),ylim=c(-8,8),xlab="X",ylab="ei")
```

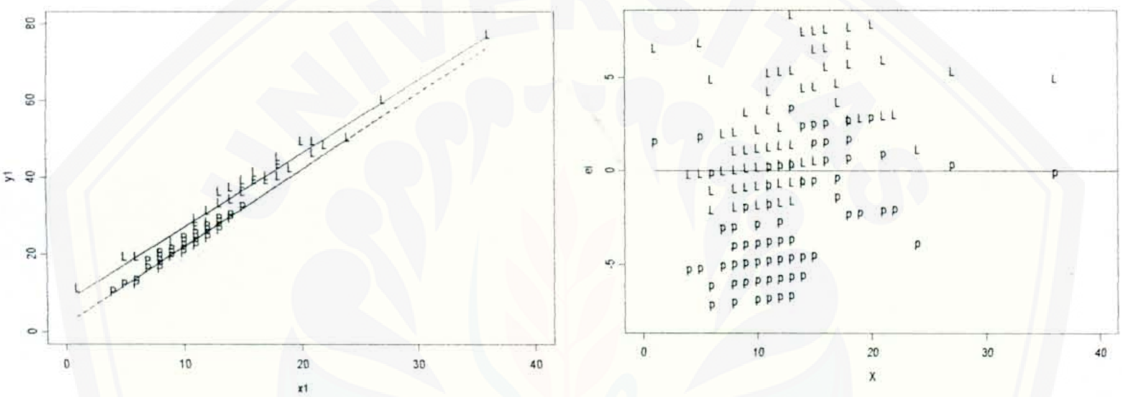
```
points(x[,2],ei2,pch='L')
lines(x[,2]*0)
```

Hasil Program

```
> print(beta.hat)
            [,1]
[1,]  7.80280914
[2,]  1.91648306
[3,] -5.89389470
[4,]  0.08262101

> print(st.error)
         [,1]
[1,] 1.418788

> print(R2)
          [,1]
[1,] 0.9845436

tabel analisis ragam
sumber keragaman  db        jk                kt              f0
regresi            3  12309.265873294  4103.08862443135 2038.33624679723
error             96  193.244126705948 2.01295965318695
total             99  12502.51

analisis regresi
komponen          estimator           t-val                   se
konstanta      7.80280914348619    12.7459797923469    0.612178056972226
beta1          1.91648306251725    51.4790555287977    0.0372284037232415
beta2          -5.89389470418503   -5.88370279512118   1.00173222703776
beta3          0.0826210139349029  0.960613319667616   0.0860086074628768

#IK 95% untuk koefisien b0
> bb.b0 <- beta.hat[1, 1] - (1.96 * seb0)
> print(bb.b0)
        [,1]
[1,] 6.60294

> ba.b0 <- beta.hat[1, 1] + (1.96 * seb0)
> print(ba.b0)
         [,1]
[1,] 9.002678

#IK 95% untuk koefisien b1
> bb.b1 <- beta.hat[2, 1] - (1.96 * seb1)
> print(bb.b1)
         [,1]
[1,] 1.843515

> ba.b1 <- beta.hat[2, 1] + (1.96 * seb1)
> print(ba.b1)
         [,1]
[1,] 1.989451

#IK 95% untuk koefisien b2
> bb.b2 <- beta.hat[3, 1] - (1.96 * seb2)
> print(bb.b2)
         [,1]
[1,] -7.85729
```

```
> ba.b2 <- beta.hat[3, 1] + (1.96 * seb2)
> print(ba.b2)
        [,1]
[1,] -3.9305

#IK 95% untuk koefisien b3
> bb.b3 <- beta.hat[4, 1] - (1.96 * seb3)
> print(bb.b3)
             [,1]
[1,] -0.08595586

> ba.b3 <- beta.hat[4, 1] + (1.96 * seb3)
> print(ba.b3)
           [,1]
[1,] 0.2511979
```

Gambar B3



3. Program Untuk Model Regresi Data jenis 3
3.1 program membangkitkan data

```
#untuk kategori 1
n_40
k_1
x1_matrix(1,n,k+1)
x1[,2]_c(abs(round(rnorm(n,10,3))))
beta1_matrix(0,k+1,1)
beta1[,1]_c(2,3)
mu1_x1%*%beta1

#untuk kategori 2
x2_matrix(1,n,k+1)
x2[,2]_c(abs(round(rnorm(n,11,5))))
beta2_matrix(0,k+1,1)
beta2[,1]_c(10,2)
mu2_x2%*%beta2
y1_matrix(0,n,1)
y1[,1]_c(round(rnorm(n,mu1,4)))
y2_matrix(0,n,1)
y2[,1]_c(round(rnorm(n,mu2,3)))
print(x1)
print(y1)
print(x2)
print(y2)
```

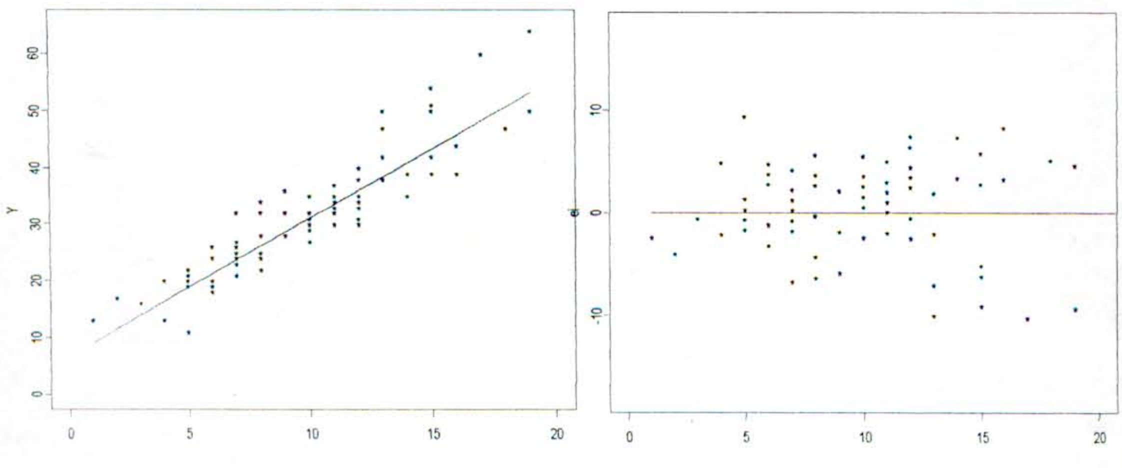
3.2 Program apabila Dianalisis Bersama

```
n_80
k_1
x_matrix(1,n,k+1)
x[,2]_c(13,10,5,8,7,7,8,4,8,13,9,9,7,19,13,11,10,7,15,5,11,8,10,7,
   13,15,10,6,13,12,6,11,15,7,17,12,10,7,5,9,18,10,5,10,15,7,8,14,
   4,19,7,16,12,14,12,9,12,8,5,5,2,6,12,6,1,15,16,10,14,12,10,10,1
   1,3,7,7,10,6,11,11)
y_matrix(0,n,1)
y[,1]_c(37,34,18,24,23,26,21,12,33,41,31,31,25,63,46,34,29,25,50,1
   8,31,27,34,24,37,49,31,19,49,39,18,33,53,22,59,37,31,23,21,35,4
   6,30,10,26,41,25,31,34,19,49,31,38,32,34,33,27,34,23,20,19,16,2
   5,29,17,12,38,43,34,38,30,28,31,36,15,25,20,26,23,29,32)
beta.hat_solve(t(x)%*%x)%*%t(x)%*%y
print(beta.hat)
cjj_solve(t(x)%*%x)
a_sum(y)
a2_a^2
fk_a2/n
JKT_t(y)%*%y-fk
JKR_t(beta.hat)%*%t(x)%*%y-fk
KTR_JKR/k
JKE_JKT-JKR
KTE_JKE/(n-k-1)
var_KTE
st.error_sqrt(var)
print(st.error)
F0_KTR/KTE
R2_JKR/JKT
print(R2)
varb0_var*cjj[1,1]
varb1_var*cjj[2,2]
seb0_sqrt(varb0)
seb1_sqrt(varb1)
tb0_beta.hat[1,1]/seb0
tb1_beta.hat[2,1]/seb1
cat("\ntabel analisis ragam\n")
cat("\nsumber keragaman\tdb\t\tjk\t\tkt\t\tf0\n")
cat("\ regresi\t","\t",k,"\t",JKR,"\t",KTR,"\t",F0,"\n")
cat("\error\t","\t",n-k-1,"\t",JKE,"\t",KTE,"\n")
cat("\ total\t","\t",n-1,"\t",JKT,"\t","\n")
cat("\nanalisis regresi\n")
cat("\nkomponen\testimator\t\tt-val\t\tse\t\n")
cat("\konstanta\t","\t",beta.hat[1,1],"\t",tb0,"\t",seb0,"\n")
cat("\ beta1\t","\t",beta.hat[2,1],"\t",tb1,"\t",seb1,"\n")
#IK 95% untuk koefisien b0
bb.b0_beta.hat[1,1]-(1.96*seb0)
ba.b0_beta.hat[1,1]+(1.96*seb0)
#IK 95% untuk koefisien b1
bb.b1_beta.hat[1,1]-(1.96*seb1)
ba.b1_beta.hat[1,1]+(1.96*seb1)
y11_beta.hat[1,1]+beta.hat[2,1]*x[,2]
ei1_y11-y
plot(x[,2],y[,1],pch='*',xlab="X",ylab="Y",xlim=c(0,20),ylim=c(0,65))
lines(x[,2],y11)
plot(x[,2],ei1,pch='*',xlab="X",ylab="ei",xlim=c(0,20),ylim=c(-18,18))
lines(x[,2]*0)
```

Hasil Program

```
> print(beta.hat)
          [,1]
[1,] 6.588509
[2,] 2.448746

> print(st.error)
         [,1]
[1,] 4.386296

> print(R2)
          [,1]
[1,] 0.8295438

tabel analisis ragam
sumber keragaman db          jk                   kt                 f0
regresi           1   7303.26204072418   7303.26204072418   379.59552860768
error            78   1500.68795927582   19.2395892214849
total            79   8803.95

analisis regresi
komponen         estimator            t-val                   se
konstanta     6.58850938051625     4.98061671192432     1.32283003523287
beta1         2.44874584342545     19.483211455191      0.125684918477493

#IK 95% untuk koefisien b0
> bb.b0 <- beta.hat[1, 1] - (1.96 * seb0)
> print(bb.b0)
         [,1]
[1,] 3.995763

> ba.b0 <- beta.hat[1, 1] + (1.96 * seb0)
> print(ba.b0) [,1]
[1,] 9.181256

#IK 95% untuk koefisien b1
> bb.b1 <- beta.hat[2, 1] - (1.96 * seb1)
> print(bb.b1)
         [,1]
[1,] 2.202403

> ba.b1 <- beta.hat[2, 1] + (1.96 * seb1)
> print(ba.b1)
         [,1]
[1,] 2.695088
```

Gambar C1



3.3 Menggunakan peubah boneka

```
n_80
k_2
x_matrix(1,n,k+1)
x[,2]_c(13,10,5,8,7,7,8,4,8,13,9,9,7,19,13,11,10,7,15,5,11,8,10,7,
   13,15,10,6,13,12,6,11,15,7,17,12,10,7,5,9,18,10,5,10,15,7,8,14,
   4,19,7,16,12,14,12,9,12,8,5,5,2,6,12,6,1,15,16,10,14,12,10,10,1
   1,3,7,7,10,6,11,11)
x[,3]_c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,
   1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
   ,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)
y_matrix(0,n,1)
y[,1]_c(37,34,18,24,23,26,21,12,33,41,31,31,25,63,46,34,29,25,50,1
   8,31,27,34,24,37,49,31,19,49,39,18,33,53,22,59,37,31,23,21,35,4
   6,30,10,26,41,25,31,34,19,49,31,38,32,34,33,27,34,23,20,19,16,2
   5,29,17,12,38,43,34,38,30,28,31,36,15,25,20,26,23,29,32)
beta.hat_solve(t(x)%*%x)%*%t(x)%*%y
print(beta.hat)
x1_c(13,10,5,8,7,7,8,4,8,13,9,9,7,19,13,11,10,7,15,5,11,8,10,7,13,
   15,10,6,13,12,6,11,15,7,17,12,10,7,5,9)
x2_c(18,10,5,10,15,7,8,14,4,19,7,16,12,14,12,9,12,8,5,5,2,6,12,6,1
   ,15,16,10,14,12,10,10,11,3,7,7,10,6,11,11)
y1_c(37,34,18,24,23,26,21,12,33,41,31,31,25,63,46,34,29,25,50,18,3
   1,27,34,24,37,49,31,19,49,39,18,33,53,22,59,37,31,23,21,35)
y2_c(46,30,10,26,41,25,31,34,19,49,31,38,32,34,33,27,34,23,20,19,1
   6,25,29,17,12,38,43,34,38,30,28,31,36,15,25,20,26,23,29,32)
cjj_solve(t(x)%*%x)
a_sum(y)
a2_a^2
fk_a2/n
JKT_t(y)%*%y-fk
JKR_t(beta.hat)%*%t(x)%*%y-fk
KTR_JKR/k
JKE_JKT-JKR
KTE_JKE/(n-k-1)
var_KTE
st.error_sqrt(var)
print(st.error)
F0_KTR/KTE
R2_JKR/JKT
print(R2)
varb0_var*cjj[1,1]
varb1_var*cjj[2,2]
varb2_var*cjj[3,3]
seb0_sqrt(varb0)
seb1_sqrt(varb1)
seb2_sqrt(varb2)
tb0_beta.hat[1,1]/seb0
tb1_beta.hat[2,1]/seb1
tb2_beta.hat[3,1]/seb2
cat("\ntabel analisis ragam\n")
cat("\nsumber keragaman\tdb\t\tjk\t\tkt\t\tf0\n")
cat("\ regresi\t","\t",k,"\t",JKR,"\t",KTR,"\t",F0,"\n")
cat("\error\t","\t",n-k-1,"\t",JKE,"\t",KTE,"\n")
cat("\ total\t","\t",n-1,"\t",JKT,"\t","\n")
cat("\nanalisis regresi\n")
```

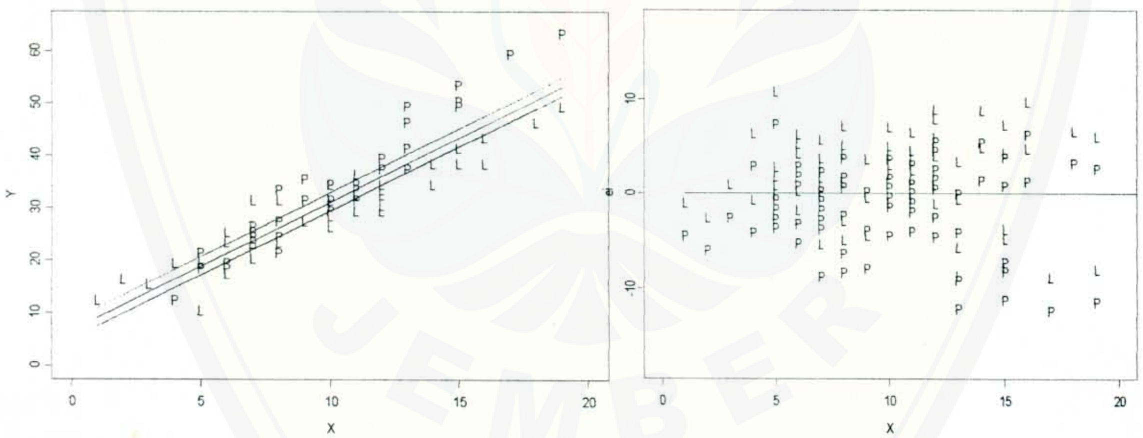
```
cat("\nkomponen\testimator\t\tt-val\t\tse\t\n")
cat("\konstanta\t","\t",beta.hat[1,1],"\t",tb0,"\t",seb0,"\n")
cat("\ beta1\t","\t",beta.hat[2,1],"\t",tb1,"\t",seb1,"\n")
cat("\ beta2\t","\t",beta.hat[3,1],"\t",tb2,"\t",seb2,"\n")
#IK 95% untuk koefisien b0
bb.b0_beta.hat[1,1]-(1.96*seb0)
ba.b0_beta.hat[1,1]+(1.96*seb0)
#IK 95% untuk koefisien b1
bb.b1_beta.hat[1,1]-(1.96*seb1)
ba.b1_beta.hat[1,1]+(1.96*seb1)
#IK 95% untuk koefisien b2
bb.b2_beta.hat[3,1]-(1.96*seb2)
ba.b2_beta.hat[3,1]+(1.96*seb2)
#untuk kategori 1
y11_beta.hat[1,1]+beta.hat[2,1]*x[,2]
ei1_y11-y
#untuk kategori 2
y22_(beta.hat[1,1]+beta.hat[3,1])+beta.hat[2,1]*x[,2]
ei2_y22-y
plot(x1,y1,pch='P',xlab="x[,2]",ylab="y[,1]",xlim=c(0,20),ylim=c(0,65))
points(x2,y2,pch='L')
lines(x[,2],y11,lty=1)
lines(x[,2],y22,lty=1)
plot(x[,2],ei1,pch='P',xlab="X",ylab="ei",xlim=c(0,20),ylim=c(-18,18))
points(x[,2],ei2,pch='L')
lines(y11*0)
```

Hasil Program

```
> print(beta.hat)
         [,1]
[1,] 4.877568
[2,] 2.445890
[3,] 3.477705

> print(st.error)
        [,1]
[1,] 4.043287

> print(R2)
          [,1]
[1,] 0.8570177

tabel analisis ragam
sumber keragaman  db        jk                  kt                 f0
regresi            2   7545.14081821186   3772.57040910593   230.764063135065
error             77   1258.80918178814   16.3481711920537
total             79   8803.95

analisis regresi
komponen        estimator             t-val              se
konstanta      4.87756794482375    3.75781495010678    1.29797981262626
beta1          2.44589046719759    21.1109720719416    0.115858732552034
beta2          3.47770547663997    3.84648722186661    0.90412505645926
#IK 95% untuk koefisien b0
> bb.b0 <- beta.hat[1, 1] - (1.96 * seb0)
> print(bb.b0)
        [,1]
[1,] 2.333528
> ba.b0 <- beta.hat[1, 1] + (1.96 * seb0)
```

```
> print(ba.b0)
         [,1]
[1,] 7.421608

#IK 95% untuk koefisien b1
> bb.b1 <- beta.hat[2, 1] - (1.96 * seb1)
> print(bb.b1)
         [,1]
[1,] 2.218807

> ba.b1 <- beta.hat[2, 1] + (1.96 * seb1)
> print(ba.b1)
         [,1]
[1,] 2.672974

#IK 95% untuk koefisien b2
> bb.b2 <- beta.hat[3, 1] - (1.96 * seb2)
> print(bb.b2)
        [,1]
[1,] 1.70562

> ba.b2 <- beta.hat[3, 1] + (1.96 * seb2)
> print(ba.b2)
         [,1]
[1,] 5.249791
```

Gambar C2



3.4 Dengan faktor interaksi

```
n_80
k_3
x_matrix(1,n,k+1)
x[,2]_c(13,10,5,8,7,7,8,4,8,13,9,9,7,19,13,11,10,7,15,5,11,8,10,7,
   13,15,10,6,13,12,6,11,15,7,17,12,10,7,5,9,18,10,5,10,15,7,8,14,
   4,19,7,16,12,14,12,9,12,8,5,5,2,6,12,6,1,15,16,10,14,12,10,10,1
   1,3,7,7,10,6,11,11)
```

```
x[,3]_c(1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,
   1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
   ,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0)
x[,4]_x[,2]*x[,3]
y_matrix(0,n,1)
y[,1]_c(37,34,18,24,23,26,21,12,33,41,31,31,25,63,46,34,29,25,50,1
   8,31,27,34,24,37,49,31,19,49,39,18,33,53,22,59,37,31,23,21,35,4
   6,30,10,26,41,25,31,34,19,49,31,38,32,34,33,27,34,23,20,19,16,2
   5,29,17,12,38,43,34,38,30,28,31,36,15,25,20,26,23,29,32)
beta.hat_solve(t(x)%*%x)%*%t(x)%*%y
print(beta.hat)
x1_c(13,10,5,8,7,7,8,4,8,13,9,9,7,19,13,11,10,7,15,5,11,8,10,7,13,
   15,10,6,13,12,6,11,15,7,17,12,10,7,5,9)
x2_c(18,10,5,10,15,7,8,14,4,19,7,16,12,14,12,9,12,8,5,5,2,6,12,6,1
   ,15,16,10,14,12,10,10,11,3,7,7,10,6,11,11)
y1_c(37,34,18,24,23,26,21,12,33,41,31,31,25,63,46,34,29,25,50,18,3
   1,27,34,24,37,49,31,19,49,39,18,33,53,22,59,37,31,23,21,35)
y2_c(46,30,10,26,41,25,31,34,19,49,31,38,32,34,33,27,34,23,20,19,1
   6,25,29,17,12,38,43,34,38,30,28,31,36,15,25,20,26,23,29,32)
cjj_solve(t(x)%*%x)
a_sum(y)
a2_a^2
fk_a2/n
JKT_t(y)%*%y-fk
JKR_t(beta.hat)%*%t(x)%*%y-fk
KTR_JKR/k
JKE_JKT-JKR
KTE_JKE/(n-k-1)
var_KTE
st.error_sqrt(var)
print(st.error)
F0_KTR/KTE
R2_JKR/JKT
print(R2)
varb0_var*cjj[1,1]
varb1_var*cjj[2,2]
varb2_var*cjj[3,3]
varb3_var*cjj[4,4]
seb0_sqrt(varb0)
seb1_sqrt(varb1)
seb2_sqrt(varb2)
seb3_sqrt(varb3)
tb0_beta.hat[1,1]/seb0
tb1_beta.hat[2,1]/seb1
tb2_beta.hat[3,1]/seb2
tb3_beta.hat[4,1]/seb3
cat("\ntabel analisis ragam\n")
cat("\nsumber keragaman\tdb\t\tjk\t\tkt\t\tf0\n")
cat("\ regresi\t","\t",k,"\t",JKR,"\t",KTR,"\t",F0,"\n")
cat("\error\t","\t",n-k-1,"\t",JKE,"\t",KTE,"\n")
cat("\ total\t","\t",n-1,"\t",JKT,"\t","\n")
cat("\nanalisis regresi\n")
cat("\nkomponen\testimator\t\tt-val\t\tse\t\n")
cat("\konstanta\t","\t",beta.hat[1,1],"\t",tb0,"\t",seb0,"\n")
cat("\ beta1\t","\t",beta.hat[2,1],"\t",tb1,"\t",seb1,"\n")
cat("\ beta2\t","\t",beta.hat[3,1],"\t",tb2,"\t",seb2,"\n")
```

```
cat("\ beta3\t","\t",beta.hat[4,1],"\t",tb3,"\t",seb3,"\n")
#IK 95% untuk koefisien b0
bb.b0_beta.hat[1,1]-(1.96*seb0)
ba.b0_beta.hat[1,1]+(1.96*seb0)
#IK 95% untuk koefisien b1
bb.b1_beta.hat[1,1]-(1.96*seb1)
ba.b1_beta.hat[1,1]+(1.96*seb1)
#IK 95% untuk koefisien b2
bb.b2_beta.hat[3,1]-(1.96*seb2)
ba.b2_beta.hat[3,1]+(1.96*seb2)
#IK 95% untuk koefisien b3
bb.b3_beta.hat[4,1]-(1.96*seb3)
ba.b3_beta.hat[4,1]+(1.96*seb3)
#untuk kategori 1
y11_beta.hat[1,1]+beta.hat[2,1]*x[,2]
ei1_y11-y
#untuk kategori 2
y22_(beta.hat[1,1]+beta.hat[3,1])+(beta.hat[2,1]+beta.hat[4,1])*x[
   ,2]
ei2_y22-y
plot(x1,y1,pch='P',xlab="x[,2]",ylab="y[,1]",xlim=c(0,20),ylim=c(0,65))
points(x2,y2,pch='L')
lines(x[,2],y11,lty=1)
lines(x[,2],y22,lty=1)
plot(x[,2],ei1,pch='P',xlab="X",ylab="ei",xlim=c(0,20),ylim=c(-18,18))
points(x[,2],ei2,pch='L')
lines(x[,2]*0)
```

hasil simulasi

```
> print(beta.hat)
          [,1]
[1,]  9.899591
[2,]  1.930811
[3,] -9.187886
[4,]  1.295035

> print(st.error)
         [,1]
[1,] 3.182045

> print(R2)
          [,1]
[1,] 0.9125925
```

tabel analisis ragam

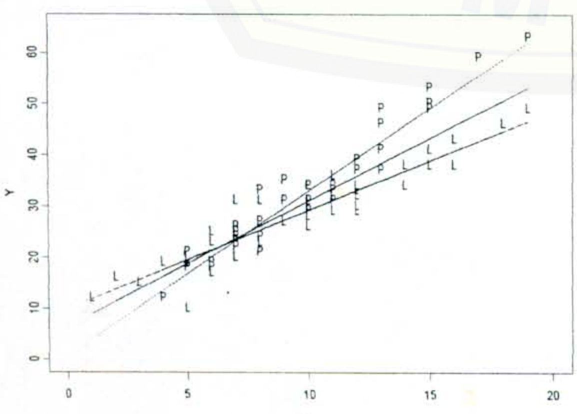
sumber keragaman	db	jk	kt	f0
regresi	3	8034.41892967882	2678.13964322628	264.496939415647
error	76	769.531070321173	10.1254088200154	
total	79	8803.95		

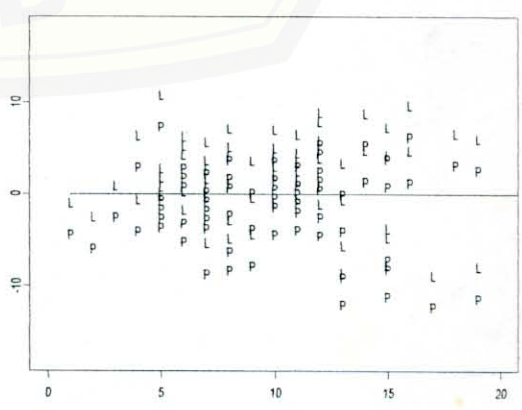
analisis regresi

komponen	estimator	t-val	se
konstanta	9.89959100204595	7.91233197435072	1.25115971298187
beta1	1.93081117927735	16.4336328572048	0.11749143941906
beta2	-9.18788579973274	-4.69720756298078	1.9560314668961
beta3	1.29503522864988	6.95138928502004	0.186298763535028

```
IK 95% untuk koefisien b0
> bb.b0 <- beta.hat[1, 1] - (1.96 * seb0)
> print(bb.b0)
         [,1]
[1,] 7.447318

> ba.b0 <- beta.hat[1, 1] + (1.96 * seb0)
> print(ba.b0)
         [,1]
[1,] 12.35186

#IK 95% untuk koefisien b1
> bb.b1 <- beta.hat[2, 1] - (1.96 * seb1)
> print(bb.b1)
         [,1]
[1,] 1.700528

> ba.b1 <- beta.hat[2, 1] + (1.96 * seb1)
> print(ba.b1)
         [,1]
[1,] 2.161094

#IK 95% untuk koefisien b2
> bb.b2 <- beta.hat[3, 1] - (1.96 * seb2)
> print(bb.b2)
          [,1]
[1,] -13.02171

> ba.b2 <- beta.hat[3, 1] + (1.96 * seb2)
> print(ba.b2)
          [,1]
[1,] -5.354064

#IK 95% untuk koefisien b3
> bb.b3 <- beta.hat[4, 1] - (1.96 * seb3)
> print(bb.b3)
          [,1]
[1,] 0.9298897

> ba.b3 <- beta.hat[4, 1] + (1.96 * seb3)
> print(ba.b3)
         [,1]
[1,] 1.660181
```

Gambar C3





Lampiran 2
Scrip Program Data Riil

```
options(echo=F,digits=4)
n_30
k_6
x_matrix(1,n,k+1)
x[,2]_c(40,45,40,38,40,39,40,39,42,38,37,38,43,60,60,57,46,46,45,39,67,50,44,42,
   43,53,40,46,43,48)
x[,3]_c(5,5,4,2,3,2,3,3,4,4,3,2,4,3,5,3,3,3,4,3,5,3,5,3,2,3,3,2,4,5)
x[,4]_c(10000,5000,5000,5000,4000,3000,7000,7000,5000,4000,2000,3000,5000,3000,1
   0000,3000,6000,7000,10000,5000,4000,3000,5000,3000,5000,15000,3000,10000,100
   00,6000)
x[,5]_c(300,250,300,250,250,300,250,300,250,250,300,250,250,250,300,250,300,300,
   300,300,300,300,300,250,250,300,300,300,250,300)
x[,6]_c(1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,1,0,0,0,0,0)
x[,7]_c(0,0,0,0,0,1,0,1,0,1,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,1,0,1,0,1,1,0)
y_matrix(0,n,1)
y[,1]_c(2925.000,1096.000,1837.000,1400.000,1015.000,1086.500,1800.000,2266.000,
   1031.500,1143.000,755.500,747.000,1401.500,845.000,3598.000,742.000,2380.000
   ,2647.500,3369.000,1508.500,1460.000,1103.500,1865.000,587.500,1367.500,4995
   .000,1239.000,3583.000,2028.000,2306.000)
beta.hat_solve(t(x)%*%x)%*%t(x)%*%y
print(beta.hat)
cjj_solve(t(x)%*%x)
a_sum(y)
a2_a^2
fk_a2/n
JKT_t(y)%*%y-fk
JKR_t(beta.hat)%*%t(x)%*%y-fk
KTR_JKR/k
JKE_JKT-JKR
KTE_JKE/(n-k-1)
var_KTE
st.error_sqrt(var)
print(st.error)
F0_KTR/KTE
R2_JKR/JKT
print(R2)
varb0_var*cjj[1,1]
varb1_var*cjj[2,2]
varb2_var*cjj[3,3]
varb3_var*cjj[4,4]
varb4_var*cjj[5,5]
varb5_var*cjj[6,6]
varb6_var*cjj[7,7]
seb0_sqrt(varb0)
seb1_sqrt(varb1)
seb2_sqrt(varb2)
seb3_sqrt(varb3)
seb4_sqrt(varb4)
seb5_sqrt(varb5)
seb6_sqrt(varb6)
tb0_beta.hat[1,1]/seb0
tb1_beta.hat[2,1]/seb1
tb2_beta.hat[3,1]/seb2
tb3_beta.hat[4,1]/seb3
tb4_beta.hat[5,1]/seb4
tb5_beta.hat[6,1]/seb5
tb6_beta.hat[7,1]/seb6
cat("\ntabel analisis ragam\n")
cat("\nsumber keragaman\tdb\t\tjk\t\tkt\t\tf0\n")
cat("\ regresi\t","\t",k,"\t",JKR,"\t",KTR,"\t",F0,"\n")
```

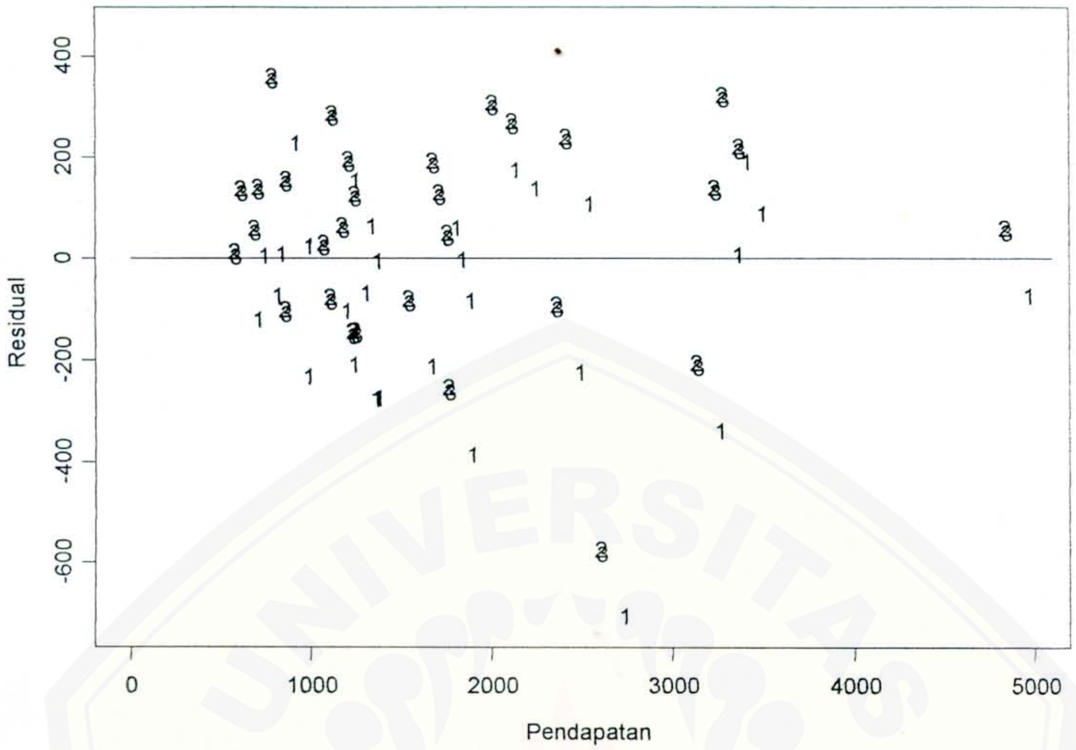
```
cat("\error\t","\t",n-k-1,"\t",JKE,"\t",KTE,"\n")
cat("\ total\t","\t",n-1,"\t",JKT,"\t","\n")
cat("\nanalisis regresi\n")
cat("\nkomponen\testimator\t\tt-val\t\tse\t\n")
cat("\konstanta\t","\t",beta.hat[1,1],"\t",tb0,"\t",seb0,"\n")
cat("\ beta1\t","\t",beta.hat[2,1],"\t",tb1,"\t",seb1,"\n")
cat("\ beta2\t","\t",beta.hat[3,1],"\t",tb2,"\t",seb2,"\n")
cat("\ beta3\t","\t",beta.hat[4,1],"\t",tb3,"\t",seb3,"\n")
cat("\ beta4\t","\t",beta.hat[5,1],"\t",tb4,"\t",seb4,"\n")
cat("\ beta5\t","\t",beta.hat[6,1],"\t",tb5,"\t",seb5,"\n")
cat("\ beta6\t","\t",beta.hat[7,1],"\t",tb6,"\t",seb6,"\n")
#IK 95% untuk koefisien b0
bb.b0_beta.hat[1,1]-(2.069*seb0)
print(bb.b0)
ba.b0_beta.hat[1,1]+(2.069*seb0)
print(ba.b0)
#IK 95% untuk koefisien b1
bb.b1_beta.hat[2,1]-(2.069*seb1)
print(bb.b1)
ba.b1_beta.hat[2,1]+(2.069*seb1)
print(ba.b1)
#IK 95% untuk koefisien b2
bb.b2_beta.hat[3,1]-(2.069*seb2)
print(bb.b2)
ba.b2_beta.hat[3,1]+(2.069*seb2)
print(ba.b2)
#IK 95% untuk koefisien b3
bb.b3_beta.hat[4,1]-(2.069*seb3)
print(bb.b3)
ba.b3_beta.hat[4,1]+(2.069*seb3)
print(ba.b3)
#IK 95% untuk koefisien b4
bb.b4_beta.hat[5,1]-(2.069*seb4)
print(bb.b4)
ba.b4_beta.hat[5,1]+(2.069*seb4)
print(ba.b4)
#IK 95% untuk koefisien b5
bb.b5_beta.hat[6,1]-(2.069*seb5)
print(bb.b5)
ba.b5_beta.hat[6,1]+(2.069*seb5)
print(ba.b5)
#IK 95% untuk koefisien b6
bb.b6_beta.hat[7,1]-(2.069*seb6)
print(bb.b6)
ba.b6_beta.hat[7,1]+(2.069*seb6)
print(ba.b6)
#untuk pendidikan SD
y1_beta.hat[1,1]+beta.hat[2,1]*x[,2]+beta.hat[3,1]*x[,3]+beta.hat[4,1]*x[,4]+bet
   a.hat[5,1]*x[,5]
ei1_y-y1
#untuk pendidikan SMP
y2_(beta.hat[1,1]+beta.hat[6,1])+beta.hat[2,1]*x[,2]+beta.hat[3,1]*x[,3]+beta.ha
   t[4,1]*x[,4]+beta.hat[5,1]*x[,5]
ei2_y-y2
#untuk pendidikan SMA
y3_(beta.hat[1,1]+beta.hat[7,1])+beta.hat[2,1]*x[,2]+beta.hat[3,1]*x[,3]+beta.ha
   t[4,1]*x[,4]+beta.hat[5,1]*x[,5]
ei3_y-y3
d_seq(0,5100,1)
plot(y1,ei1,pch='1',xlab="Pendapatan",ylab="Residual",xlim=c(0,5000),ylim=c(-
   720,450))
points(y2,ei2,pch='2')
points(y3,ei3,pch='3')
```

```
lines(d*0)
```

Hasil Program

```
> print(beta.hat)
          [,1]
[1,] -3357.4631
[2,]     7.1481
[3,]   -62.7049
[4,]     0.2974
[5,]    12.2655
[6,]  -133.2420
[7,]  -123.6303

> print(st.error)
      [,1]
[1,] 216.2

> print(R2)
       [,1]
[1,] 0.9655

tabel analisis ragam
sumber keragaman  db    jk                 kt                 f0
regresi            6    30079084.4717862   5013180.7452977    107.220679687281
error             23    1075381.70321378   46755.7262266861
total             29    31154466.175

analisis regresi
komponen        estimator            t-val               se
konstanta      -3357.46307824016    -6.62013281415847    507.159474362743
beta1          7.1480880560202      1.13081586558578     6.32117772093458
beta2          -62.7049066253112    -1.36981557984476    45.7761669146861
beta3          0.297403182249202    19.2926748317745     0.0154153420841047
beta4          12.265539124538      7.10839914795498     1.72549949281713
beta5          -133.24198999768     -1.16276804911452    114.590343361384
beta6          -123.630296243489    -1.1923568742926     103.685648910135

#IK 95% untuk koefisien b0
> bb.b0 <- beta.hat[1, 1] - (2.069 * seb0)
> print(bb.b0)
      [,1]
[1,] -4407

> ba.b0 <- beta.hat[1, 1] + (2.069 * seb0)
> print(ba.b0)
      [,1]
[1,] -2308

#IK 95% untuk koefisien b1
> bb.b1 <- beta.hat[2, 1] - (2.069 * seb1)
> print(bb.b1)
      [,1]
[1,] -5.93

> ba.b1 <- beta.hat[2, 1] + (2.069 * seb1)
> print(ba.b1)
      [,1]
[1,] 20.23

#IK 95% untuk koefisien b2
> bb.b2 <- beta.hat[3, 1] - (2.069 * seb2)
> print(bb.b2)
        [,1]
```

```
[1,] -157.4

> ba.b2 <- beta.hat[3, 1] + (2.069 * seb2)
> print(ba.b2)
      [,1]
[1,] 32.01

#IK 95% untuk koefisien b3
> bb.b3 <- beta.hat[4, 1] - (2.069 * seb3)
> print(bb.b3)
       [,1]
[1,] 0.2655

> ba.b3 <- beta.hat[4, 1] + (2.069 * seb3)
> print(ba.b3)
       [,1]
[1,] 0.3293

#IK 95% untuk koefisien b4
> bb.b4 <- beta.hat[5, 1] - (2.069 * seb4)
> print(bb.b4)
      [,1]
[1,] 8.695

> ba.b4 <- beta.hat[5, 1] + (2.069 * seb4)
> print(ba.b4)
      [,1]
[1,] 15.84

#IK 95% untuk koefisien b5
> bb.b5 <- beta.hat[6, 1] - (2.069 * seb5)
> print(bb.b5)
       [,1]
[1,] -370.3
> ba.b5 <- beta.hat[6, 1] + (2.069 * seb5)
> print(ba.b5)
      [,1]
[1,] 103.8

#IK 95% untuk koefisien b6
> bb.b6 <- beta.hat[7, 1] - (2.069 * seb6)
> print(bb.b6)
       [,1]
[1,] -338.2

> ba.b6 <- beta.hat[7, 1] + (2.069 * seb6)
> print(ba.b6)
     [,1]
[1,] 90.9
```



Residual
400
200
0
-200
-400
-600
0
1000
2000
3000
4000
5000
Pendapatan

Lampiran 3

Scrip Program Data Riil Dengan Faktor Interaksi

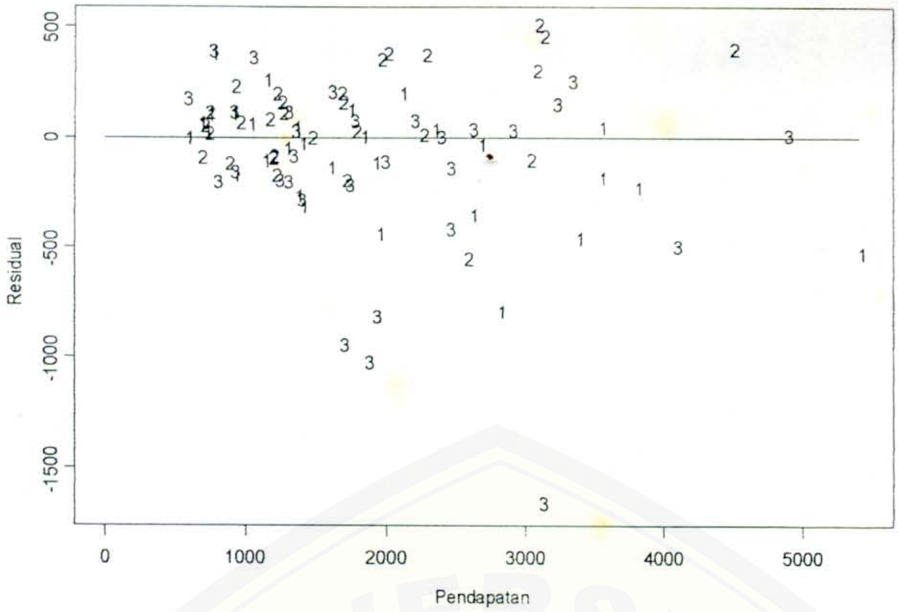
```
options(echo=F,digits=4)
n_30
k_14
x_matrix(1,n,k+1)
x[,2]_c(40,45,40,38,40,39,40,39,42,38,37,38,43,60,60,57,46,46,45,39,67,
   50,44,42,43,53,40,46,43,48)
x[,3]_c(5,5,4,2,3,2,3,3,4,4,3,2,4,3,5,3,3,3,4,3,5,3,5,3,2,3,3,2,4,5)
x[,4]_c(10000,5000,5000,5000,4000,3000,7000,7000,5000,4000,2000,3000,50
   00,3000,10000,3000,6000,7000,10000,5000,4000,3000,5000,3000,5000,150
   00,3000,10000,10000,6000)
x[,5]_c(300,250,300,250,250,300,250,300,250,250,300,250,250,250,300,250
   ,300,300,300,300,300,300,300,250,250,300,300,300,250,300)
x[,6]_c(1,1,1,0,0,0,0,0,0,0,1,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0,1,0,0,0,0,0)
x[,7]_c(0,0,0,0,0,1,0,1,0,1,0,1,1,0,0,0,0,0,1,1,0,0,0,1,0,1,0,1,1,0)
x[,8]_x[,2]*x[,6]
x[,9]_x[,2]*x[,7]
x[,10]_x[,3]*x[,6]
x[,11]_x[,3]*x[,7]
x[,12]_x[,4]*x[,6]
x[,13]_x[,4]*x[,7]
x[,14]_x[,5]*x[,6]
x[,15]_x[,5]*x[,7]
y_matrix(0,n,1)
y[,1]_c(2925.000,1096.000,1837.000,1400.000,1015.000,1086.500,1800.000,
   2266.000,1031.500,1143.000,755.500,747.000,1401.500,845.000,3598.000
   ,742.000,2380.000,2647.500,3369.000,1508.500,1460.000,1103.500,1865.
   000,587.500,1367.500,4895.000,1239.000,3583.000,2028.000,2306.000)
beta_solve(t(x)%*%x)%*%t(x)%*%y
print(beta)
cjj_solve(t(x)%*%x)
a_sum(y)
a2_a^2
fk_a2/n
JKT_t(y)%*%y-fk
JKR_t(beta)%*%t(x)%*%y-fk
KTR_JKR/k
JKE_JKT-JKR
KTE_JKE/(n-k-1)
var_KTE
st.error_sqrt(var)
print(st.error)
F0_KTR/KTE
R2_JKR/JKT
print(R2)
varb0_var*cjj[1,1]
varb1_var*cjj[2,2]
varb2_var*cjj[3,3]
varb3_var*cjj[4,4]
varb4_var*cjj[5,5]
varb5_var*cjj[6,6]
varb6_var*cjj[7,7]
varb7_var*cjj[8,8]
varb8_var*cjj[9,9]
varb9_var*cjj[10,10]
varb10_var*cjj[11,11]
varb11_var*cjj[12,12]
varb12_var*cjj[13,13]
varb13_var*cjj[14,14]
```

```
varb14_var*cjj[15,15]
seb0_sqrt(varb0)
seb1_sqrt(varb1)
seb2_sqrt(varb2)
seb3_sqrt(varb3)
seb4_sqrt(varb4)
seb5_sqrt(varb5)
seb6_sqrt(varb6)
seb7_sqrt(varb7)
seb8_sqrt(varb8)
seb9_sqrt(varb9)
seb10_sqrt(varb10)
seb11_sqrt(varb11)
seb12_sqrt(varb12)
seb13_sqrt(varb13)
seb14_sqrt(varb14)
tb0_beta[1,1]/seb0
tb1_beta[2,1]/seb1
tb2_beta[3,1]/seb2
tb3_beta[4,1]/seb3
tb4_beta[5,1]/seb4
tb5_beta[6,1]/seb5
tb6_beta[7,1]/seb6
tb7_beta[8,1]/seb7
tb8_beta[9,1]/seb8
tb9_beta[10,1]/seb9
tb10_beta[11,1]/seb10
tb11_beta[12,1]/seb11
tb12_beta[13,1]/seb12
tb13_beta[14,1]/seb13
tb14_beta[15,1]/seb14
cat("\ntabel analisis ragam\n")
cat("\nsumber keragaman\tdb\t\tjk\t\tkt\t\tf0\n")
cat("\ regresi\t","\t",k,"\t",JKR,"\t",KTR,"\t",F0,"\n")
cat("\error\t","\t",n-k-1,"\t",JKE,"\t",KTE,"\n")
cat("\ total\t","\t",n-1,"\t",JKT,"\t","\n")
cat("\nanalisis regresi\n")
cat("\nkomponen\testimator\t\tt-val\t\tse\t\n")
cat("\konstanta\t","\t",beta[1,1],"\t",tb0,"\t",seb0,"\n")
cat("\ beta1\t","\t",beta[2,1],"\t",tb1,"\t",seb1,"\n")
cat("\ beta2\t","\t",beta[3,1],"\t",tb2,"\t",seb2,"\n")
cat("\ beta3\t","\t",beta[4,1],"\t",tb3,"\t",seb3,"\n")
cat("\ beta4\t","\t",beta[5,1],"\t",tb4,"\t",seb4,"\n")
cat("\ beta5\t","\t",beta[6,1],"\t",tb5,"\t",seb5,"\n")
cat("\ beta6\t","\t",beta[7,1],"\t",tb6,"\t",seb6,"\n")
cat("\ beta7\t","\t",beta[8,1],"\t",tb7,"\t",seb7,"\n")
cat("\ beta8\t","\t",beta[9,1],"\t",tb8,"\t",seb8,"\n")
cat("\ beta9\t","\t",beta[10,1],"\t",tb9,"\t",seb9,"\n")
cat("\ beta10\t","\t",beta[11,1],"\t",tb10,"\t",seb10,"\n")
cat("\ beta11\t","\t",beta[12,1],"\t",tb11,"\t",seb11,"\n")
cat("\ beta12\t","\t",beta[13,1],"\t",tb12,"\t",seb12,"\n")
cat("\ beta13\t","\t",beta[14,1],"\t",tb13,"\t",seb13,"\n")
cat("\ beta14\t","\t",beta[15,1],"\t",tb14,"\t",seb14,"\n")
#untuk pendidikan SD
y1_beta[1,1]+beta[2,1]*x[,2]+beta[3,1]*x[,3]+beta[4,1]*x[,4]+beta[5,1]*
   x[,5]
ei1_y-y1
#untuk pendidikan SMP
y2_(beta[1,1]+beta[6,1])+(beta[2,1]+beta[8,1])*x[,2]+(beta[3,1]+beta[10
   ,1])*x[,3]+(beta[4,1]+beta[12,1])*x[,4]+(beta[5,1]+beta[14,1])*x[,5]
ei2_y-y2
```

```
#untuk pendidikan SMA
y3_(beta[1,1]+beta[7,1])+(beta[2,1]+beta[9,1])*x[,2]+(beta[3,1]+beta[11
   ,1])*x[,3]+(beta[4,1]+beta[13,1])*x[,4]+(beta[5,1]+beta[15,1])*x[,5]
ei3_y-y3
d_seq(0,5400,1)
plot(y1,ei1,pch='1',xlab="Y",ylab="ei",xlim=c(0,5435),ylim=c(-
   1675,500))
points(y2,ei2,pch='2')
points(y3,ei3,pch='3')
lines(d*0)
```

HasilProgram

```
> print(beta)
              [,1]
 [1,] -3946.12613
 [2,]     8.33602
 [3,]  -125.66614
 [4,]     0.33563
 [5,]    14.26737
 [6,]  1340.54058
 [7,] -1657.91114
 [8,]    -5.28832
 [9,]    51.65253
[10,]    98.99463
[11,]    99.71873
[12,]    -0.06059
[13,]    -0.10362
[14,]    -4.58193
[15,]    -1.20317

> print(st.error)
      [,1]
[1,] 232.9

> print(R2)
       [,1]
[1,] 0.9739

tabel analisis ragam
sumber keragaman  db       jk                   kt                  f0
regresi           14   30340498.7444237    2167178.48174455    39.9373193631971
error             15   813967.430576339    54264.495371756
total             29   31154466.175

analisis regresi
komponen            estimator           t-val                 se
konstanta      -3946.12612917295    -4.85097534933211    813.470662083712
beta1          8.33602421399061     0.91487752207813     9.1116286200315
beta2          -125.666144130126    -1.2204735042845     102.965073546432
beta3          0.335634003468389    8.69119590199318     0.0386177008610998
beta4          14.2673670434938     4.40273310687186     3.24057050408643
beta5          1340.54057894749     0.707097058340386    1895.8367357571
beta6          -1657.91114377852    -0.785020435733119   2111.9337386806
beta7          -5.2883235032587     -0.209748189911926   25.2127253421318
beta8          51.6525344641895     1.42407876178518     36.2708410870755
beta9          98.994632568449      0.700292933409426    141.361747128429
beta10         99.7187336848493     0.66871579358624     149.11975257840
beta11         -0.0605882186413386  -1.00192212690518    0.0604719838142398
beta12         -0.103618730280705   -1.73281899150085    0.0597977808351222
beta13         -4.58193470234919    -0.873010536851294   5.2484300119388
beta14         -1.20317140966487    -0.241726418020444   4.9774096663407
```



500
0
-500
-1000
-1500
Residual
0
1000
2000
3000
4000
5000
Pendapatan

Lampiran 4

Data Riil

No.	Pendapatan (Y)	Umur (X_1)/th	Jml Anggota kel (X_2)/orang	Luas lahan (X_3)	Harga Jual (X_4)/Rp	Pendidikan
1	2925	40	5	10000	300	SMP
2	1096	45	5	5000	250	SMP
3	1837	40	4	5000	300	SMP
4	1400	38	2	5000	250	SD
5	1015	40	3	4000	250	SD
6	1086,5	39	2	3000	300	SMA
7	1800	40	3	7000	250	SD
8	226,6	39	3	7000	300	SMA
9	1031,5	42	4	5000	250	SD
10	1143	38	4	4000	250	SMA
11	755,5	37	3	2000	300	SMP
12	747	38	2	3000	250	SMA
13	1401,5	43	4	5000	250	SMA
14	845	60	3	3000	250	SD
15	598	60	5	10000	300	SD
16	742	57	3	3000	250	SD
17	2380	46	3	6000	300	SD
18	2647,5	46	3	7000	300	SD
19	3369	45	4	10000	300	SMA
20	1508,5	39	3	5000	300	SMA
21	1460	67	5	4000	300	SD
22	1103,5	50	3	3000	300	SMP
23	1865	44	5	5000	300	SMP
24	587,5	42	3	3000	250	SMA
25	1367,5	43	2	5000	250	SMP
26	4895	53	3	15000	300	SMA
27	1239	40	3	3000	300	SD
28	3583	46	2	10000	300	SMA
29	2028	43	4	10000	250	SMA
30	2306	48	5	6000	300	SD