
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2012/2013

Januari 2013

SEW207 – Statistik Gunaan

Masa: 3 jam

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **TIGA PULUH LAPAN** muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

ARAHAN:

1. Jawab **Soalan 1** dan **Soalan 2** dari Bahagian A dan mana-mana **DUA (2)** soalan dari Bahagian B.
2. Mesinkira elektronik tak berprogram boleh digunakan untuk peperiksaan ini.

...2/-

Bahagian A (50 markah). **Soalan 1** dan **2** adalah wajib.

Soalan 1 (25 markah)

Pertimbangkan model regresi berikut: $\ln \text{CON}_t = \beta_0 + \beta_1 \ln \text{DPI}_t + \beta_2 \ln \text{W}_t + \beta_3 \text{R}_t + \varepsilon_t$

dengan CON = perbelanjaan penggunaan benar, DPI = pendapatan boleh guna persendirian benar, W = kekayaan benar dan R = kadar bunga benar bagi tahun 1957 – 2010. In adalah logaritma asli.

Model regresi anggaran diberi dalam jadual berikut:

Dependent variable: L(CON)				
Method: Least Squares				
Sample: 1957 2010				
Included observations: 54				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.467711	0.042778	-10.93343	0.0000
L(DPI)	0.804873	0.017498	45.99836	0.0000
L(W)	0.201270	0.017593	11.44060	0.0000
R	-0.002689	0.000762	-3.529265	0.0000
R-Squared	0.999560	Mean dependent variable	7.826093	
Adjusted R-squared	0.999533	S.D. dependent variable	0.552368	
S.E. of Regression	0.011934	Akaike info criterion	-5.947703	
Sum of squared residuals	0.007121	Schwarz criterion	-5.800371	
Log likelihood	164.5880	Durbin-Watson statistic	1.289219	
F-statistic	37832.59	Prob(F-statistic)	0.000000	
Note: L stands for natural log.				

- Tulis model regresi anggaran. (1 markah)
- Apakah jangkaan a priori bagi parameter-parameter regresi? (4 markah)
- Apakah magnitud β_0 , β_1 , β_2 dan β_3 mengikut pengertian ekonomi? (4 markah)
- Tafsir pekali-pekali regresi dalam model regresi anggaran? (2 markah)

...3/-

- (e) Uji keertian keseluruhan model regresi anggaran pada aras keertian 0.01. (3 markah)
- (f) Uji keertian setiap pekali dalam model regresi anggaran pada aras keertian 0.01. (4 markah)
- (g) Tafsirkan nilai R^2 dan R^2 terlaras. (2 markah)
- (h) Uji sama ada wujud autokorelasi peringkat pertama. Gunakan $\alpha = 0.05$. (3 markah)
- (i) Buat penilaian ke atas model regresi anggaran. (2 markah)

Soalan 2 (25 markah)

- (a) Andaikan sebuah syarikat pemborong terkemuka membekalkan empat jenama ketuhar gelombang mikro. Syer pasaran bagi keempat-empat jenama ketuhar di Selangor adalah seperti dinyatakan dalam jadual di bawah. Pemborong itu bercadang memulakan perniagaan di Pulau Pinang. Untuk mengkaji sama ada dasar syarikat menstokkan empat jenama ketuhar itu di Selangor boleh juga diguna pakai di Pulau Pinang, pemborong itu membandingkan keutamaan pengguna terhadap empat jenama ketuhar itu di Pulau Pinang dengan syer pasaran di Selangor. Keutamaan satu sampel rawak 400 pengguna di Pulau Pinang juga dipaparkan dalam jadual berikut:

Syer Pasaran Ketuhar Gelombang Mikro di Selangor dan Keutamaan Pengguna di Pulau Pinang		
Jenama Ketuhar Gelombang Mikro	Syer Pasaran di Selangor	Keutamaan Pengguna di Pulau Pinang
1	20%	102
2	35%	121
3	30%	120
4	15%	57

- (i) Nyatakan ujikaji yang digunakan dalam kajian ini dan sifat-sifatnya. (1 markah)
 - (ii) Bentuk hipotesis nol dan alternatif dan jalankan ujian yang bersesuaian bagi menentukan sama ada keutamaan pengguna di Pulau Pinang adalah konsisten dengan gelagat belian pengguna di Selangor. Gunakan $\alpha = 0.05$. Apakah kesimpulan anda? (3 markah)
- (b) Usaha telah dijalankan untuk mempiawaikan amalan perakaunan di beberapa buah negara. Kaedah susut nilai adalah salah satu amalan perakaunan yang dikaji oleh E.N. Emenyonu dan S.J. Gray. Tiga kaedah dipertimbangkan – kaedah garis lurus (S), kaedah baki menurun (D) dan kombinasi D dan S. Data dalam jadual di bawah meringkaskan kaedah-kaedah susut nilai yang digunakan oleh satu sampel 78 firma Perancis, German dan U.K.

Kaedah-Kaedah Susut Nilai Digunakan Oleh Satu Sampel 78 Buah Firma				
Kaedah-Kaedah Susut Nilai	Perancis	German	U.K.	Jumlah
A. Garis Lurus (S)	15	0	25	40
B. Baki Menurun (D)	1	1	1	3
C. D dan S	10	25	0	35
Jumlah syarikat	26	26	26	78

- (i) Gunakan data ini untuk menguji hipotesis bahawa kaedah susut nilai adalah tak bersandaran kepada lokasi (negara) firma pada aras keertian 0.05. (4 markah)
 - (ii) Apakah kesimpulan yang boleh dibuat tentang sifat hubungan ini? (1 markah)
- (c) Pengurus pemasaran sebuah syarikat yang menghasilkan bijirin baru untuk kanak-kanak ingin mengkaji kesan warna dan bentuk logo pada kotak ke atas penarafan penerimaan bijirin itu. Beliau menggabungkan 4 warna dan 3 bentuk untuk menghasilkan sejumlah 12 reka bentuk. Setiap logo dipersembahkan kepada 2 kumpulan yang berbeza (sejumlah 24 kumpulan) dan penarafan penerimaan bagi setiap logo dicatatkan dan ditunjukkan dalam jadual di bawah. Pengurus itu menganalisis data ini menggunakan aras keertian $\alpha = 0.05$.

WARNA				
BENTUK	Merah	Hijau	Biru	Kuning
Bulat	54	67	36	45
	44	61	44	41
Empat Segi	34	56	36	21
	36	58	30	25
Wajik	46	60	34	31
	48	60	38	33

- (i) Apakah rekabentuk ujikaji yang digunakan dalam kajian ini? (0.5 markah)
- (ii) Apakah faktor-faktor yang dikaji? (1 markah)
- (iii) Nyatakan bilangan aras bagi setiap faktor. (1 markah)
- (iv) Ada berapa rawatan dalam ujikaji ini? (1 markah)
- (v) Apakah unit-unit ujikaji dalam ujikaji ini? (1 markah)
- (vi) Berapakah bilangan replikat dalam ujikaji ini? (0.5 markah)
- (vii) Apakah pembolehubah sambutan dalam ujikaji ini? (1 markah)
- (viii) Lengkapkan jadual ANOVA di bawah. (4 markah)

Jadual Analisis Varians				
Sumber Ubahan	Darjah Kebebasan	Hasil Tambah Kuasa Dua	Min Kuasa Dua	Statistik F
Warna	—	2711.17	—	—
Bentuk	—	579.00	—	—
Interaksi	—	150.33	—	—
Ralat	—	—	—	—
Jumlah	—	3590.50	—	—

- (ix) Uji kesan interaksi pada aras keertian 5%. Nyatakan keputusan ujian dan kesimpulannya. (2 markah)
- (x) Uji kesan utama faktor warna pada aras keertian 5%. Nyatakan keputusan ujian dan kesimpulannya. (2 markah)
- (xi) Uji kesan utama faktor bentuk pada aras keertian 5%. Nyatakan keputusan ujian dan kesimpulannya. (2 markah)

Bahagian B (50 markah). Jawab **dua** (2) soalan sahaja.

Soalan 3 (25 markah)

- (a) Dalam satu wawancara dengan surat khabar tempatan, seorang peguam terkemuka mendakwa bahawa beliau menang sekurang-kurangnya 75% daripada kes-kes mahkamah yang dikendalikannya. Norma, seorang pelajar statistik ingin menilai kebenaran dakwaan peguam tersebut. Dia mengambil satu sampel rawak 40 kes mahkamah yang dikendalikan oleh peguam tersebut dan mendapati peguam tersebut memenangi 28 kes. Bentuk hipotesis nol dan alternatif yang bersesuaian untuk menguji dakwaan peguam tersebut pada aras keertian 5%. Apakah keputusan dan kesimpulan hasil daripada ujian hipotesis ini? (5 markah)
- (b) Jadual berikut menunjukkan bilangan pelawat ke sebuah zoo untuk setiap suku tahun dari tahun 2007 hingga tahun 2011:

Bilangan Pelawat (Ribu Orang)				
Tahun	I	II	III	IV
2007	155	231	270	105
2008	182	255	315	294
2009	160	250	280	297
2010	210	310	365	335
2011	225	325	384	386

- (i) Dengan menggunakan kaedah nisbah dengan purata bergerak hitung jumlah bergerak empat suku tahun, purata bergerak empat suku tahun berpusat dan relatif bermusim bagi data ini. (10 markah)

- (ii) Hitung indeks bermusim bagi setiap suku tahun. (4 markah)
- (iii) Sekiranya bilangan pelawat yang diramalkan bagi tahun 2012 adalah seramai 1,500,000 orang, ramalkan bilangan pelawat bagi setiap suku tahun 2012. (2 markah)
- (iv) Gunakan indeks-indeks bermusim yang dihitung untuk menyahmusimkan siri masa yang asal. (4 markah)

Soalan 4 (25 markah)

- (a) Gaji seorang eksekutif naik dari RM50,000 ke RM80,000 antara tahun 2000 dan 2010, tetapi Indeks Harga Pengguna (2005 = 100) naik dari 91.7 ke 114.0 dalam tempoh yang sama.
 - (i) Berapakah peratusan kenaikan dalam gaji nominal eksekutif tersebut? (1 markah)
 - (ii) Berapakah gaji benar eksekutif tersebut pada tahun 2000 dan 2010 dalam ringgit tahun 2005? (2 markah)
 - (iii) Berapakah peratusan kenaikan atau penurunan gaji benar eksekutif itu antara tahun 2000 dan 2010? (1 markah)
- (b) Diberi indeks harga pengguna dari tahun 2000 sehingga 2010 seperti berikut:

Indeks Harga Pengguna (2000 = 100) bagi tahun 2000 - 2010										
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
100	101.4	103.3	104.4	105.9	109.1	113.0	115.3	121.6	122.3	124.4

Anjakkan tahun asas indeks ini daripada tahun 2000 kepada tahun 2010.
(3 markah)

- (c) Jadual berikut mempersembahkan harga purata tiga logam berharga – emas, perak dan platinum – bagi tahun 1988 sehingga 1996.

Tahun	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Harga Emas (\$/oz.)	438	383	385	363	345	361	385	368	390
Harga Perak (\$/oz.)	6.53	5.50	4.82	4.04	3.94	4.30	5.29	5.15	5.30
Harga Platinum (\$/oz.)	523	507	467	371	360	374	411	425	410

- (i) Dengan menggunakan tahun 1988 sebagai tahun asas, bina indeks harga mudah bagi setiap logam, emas, perak dan platinum. (3 markah)
- (ii) Berdasarkan tiga indeks yang dibina dalam bahagian (i), huraikan trend harga bagi emas, perak dan platinum. (3 markah)
- (iii) Dengan menggunakan tahun 1988 sebagai tahun asas, bina satu indeks harga agregat bagi tiga logam berharga ini. (3 markah)
- (d) Jadual-jadual berikut mempersembahkan harga tiga sumber tenaga – petrol, gas asli, dan elektrik dan pola penggunaan oleh sebuah keluarga biasa – bagi tahun 1990 sehingga 1996.

Harga Sumber Tenaga, 1990 - 1996							
Tahun	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Harga Petrol(\$ per liter)	1.22	1.20	1.19	1.17	1.17	1.21	1.29
Gas Asli (\$ per mcf)	1.71	1.64	1.74	1.85	1.85	1.55	2.25
Elektrik (\$ per kilowatt-jam)	.066	.067	.068	.069	.069	.069	.069

Penggunaan Sumber Tenaga, 1990 - 1996							
Tahun	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Petrol(liter)	2,200	2,100	2,000	1,950	1,950	1,900	1,750
Gas Asli (mcf)	150	150	150	150	150	150	150
Elektrik (kilowatt-jam)	15,000	16,000	17,000	18,000	20,000	21,000	22,500

- (i) Bina indeks harga Laspeyres bagi produk-produk tenaga ini untuk tahun 1996 dengan menggunakan tahun 1990 sebagai tahun asas. Kemudian huraikan bagaimana harga tenaga telah berubah bagi keluarga ini dalam tempoh ini. (3 markah)

- (ii) Bina indeks harga Paasche bagi produk-produk tenaga ini untuk tahun 1996 dengan menggunakan tahun 1990 sebagai tahun asas. Kemudian huraikan bagaimana harga tenaga telah berubah bagi keluarga ini dalam tempoh ini. (3 markah)
- (iii) Bandingkan kelebihan dan kelemahan indeks harga Laspeyres dan indeks harga Paasche. (3 markah)

Soalan 5 (25 markah)

- (a) Seorang kontraktor membangunkan satu model siri masa berdaya darab untuk meramalkan bilangan kontrak dalam suku-suku tahun akan datang, menggunakan data suku tahunan mengenai bilangan kontrak dalam tempoh 3 tahun dari 2009 sehingga 2011. Berikut adalah persamaan regresi yang terhasil:

$$Y_t = 3.37 + 0.117X_t - 0.083Q_1 + 1.28Q_2 + 0.617Q_3$$

dengan Y_t adalah anggaran bilangan kontrak pada suku tahun ke-t, X_t adalah nilai suku tahun berkod dengan $X_t = 0$ bagi suku pertama tahun 2009. Q_1 adalah pembolehubah dami bersamaan dengan 1 pada suku pertama dan 0 sebaliknya; Q_2 adalah pembolehubah dami bersamaan dengan 1 pada suku kedua dan 0 sebaliknya. Q_3 adalah pembolehubah dami bersamaan dengan 1 pada suku ketiga dan 0 sebaliknya.

- (i) Tafsir nilai pemalar regresi dalam persamaan regresi. (1 markah)
- (ii) Tafsir pekali bagi X dalam persamaan regresi. (1 markah)
- (iii) Tafsir pekali bagi Q_1 dalam persamaan regresi. (1 markah)
- (iv) Tafsir pekali bagi Q_2 dalam persamaan regresi. (1 markah)
- (v) Tafsir pekali bagi Q_3 dalam persamaan regresi. (1 markah)

- (vi) Ramalkan bilangan kontrak bagi suku pertama tahun 2012 menggunakan model regresi ini. (1 markah)
 - (vii) Ramalkan bilangan kontrak bagi suku kedua tahun 2012 menggunakan model regresi ini. (1 markah)
 - (viii) Ramalkan bilangan kontrak bagi suku ketiga tahun 2012 menggunakan model regresi ini. (1 markah)
 - (ix) Ramalkan bilangan kontrak bagi suku keempat tahun 2012 menggunakan model regresi ini. (1 markah)
 - (x) Bagi menguji pekali bagi X dalam persamaan regresi di atas, nilai statistik $t = 9.08$ dan nilai- $p = 0.0000$. Bagaimanakah anda mentafsir keputusan ini? (1 markah)
 - (xi) Bagi menguji pekali bagi Q1 dalam persamaan regresi di atas, nilai statistik $t = - 0.66$ dan nilai- $p = 0.530$. Bagaimanakah anda mentafsir keputusan ini? (1 markah)
- (b) Purata bilangan hari bekerja setahun yang kehilangan disebabkan pekerja sakit atau mengalami kecederaan dilaporkan adalah 4.1 hari untuk pekerja lelaki dan 5.6 hari untuk pekerja wanita. Mengandaikan saiz sampel 400 bagi setiap kumpulan dan sisihan piawai sampel masing-masing adalah 1.2 hari dan 1.8 hari, uji pada aras keertian 0.01 bahawa min ketidakhadiran bagi pekerja lelaki di kalangan populasi pekerja adalah kurang daripada pekerja perempuan. Tentukan dan tafsirkan nilai- p bagi ujian ini. (5 markah)
- (c) Katakan hipotesis nol adalah min populasi perbelanjaan isi rumah di luar bandar adalah melebihi atau bersamaan dengan RM100 seminggu. Satu sampel rawak 64 isi rumah diambil dan sisihan piawai populasi adalah RM14. Bagi setiap nilai α seperti berikut, hitung kebarangkalian melakukan ralat Jenis II jika min populasi sebenar adalah RM99.
- (i) $\alpha = 0.10$ (1.5 markah)
 - (ii) $\alpha = 0.05$ (1.5 markah)
 - (iii) $\alpha = 0.01$ (1.5 markah)

- (iv) Berdasarkan jawapan dalam bahagian (i), (ii) dan (iii), apakah yang berlaku kepada nilai β apabila nilai α adalah semakin kecil?
(1.5 markah)
- (d) Bagi soalan dalam bahagian (c), dengan menggunakan $\alpha = 0.05$, hitung kebarangkalian ralat jenis II jika min alternatif yang benar adalah $\mu_a = 98$. Apakah yang terjadi pada kebarangkalian ralat Jenis II apabila nilai alternatif min populasi adalah semakin jauh daripada nilai yang dihipotesiskan, RM100? (3 markah)

FORMULA

I. Teori Persampelan, Ujian Hipotesis dan Selang Keyakinan

1. Min dan Varians Sampel

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n} \right)$$

2. Ujian Hipotesis berkenaan dengan Min Satu Populasi

Statistik Ujian $Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}}$

Statistik Ujian $t = \frac{\bar{X} - \mu}{s / \sqrt{n}}$ dengan darjah kebebasan $v = n - 1$.

Saiz sampel minimum yang diperlukan bagi menjaminkan $\alpha = \alpha_0$ dan $\beta = \beta_0$

$$n = \frac{(Z_0 - Z_1)^2 \cdot \sigma^2}{(\mu_1 - \mu_0)^2}$$

3. Selang Keyakinan 100(1 – α)% berkenaan dengan Min Satu Populasi

$$\bar{X} \pm Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}}$$

$$\bar{X} \pm t_{\alpha/2} s_{\bar{X}}$$

4. Ujian Hipotesis berkenaan dengan Min Dua Populasi

$$\text{Statistik Ujian } Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{Statistik Ujian } Z = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$\text{Statistik Ujian } t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

dengan darjah kebebasan $n_1 + n_2 - 2$

$$\text{Statistik Ujian } t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

dengan derajat kebebasan $v = \frac{(s_1^2 / n_1 + s_2^2 / n_2)^2}{\frac{(s_1^2 / n_1)^2}{n_1 - 1} + \frac{(s_2^2 / n_2)^2}{n_2 - 1}}$

$$\text{Statistik Ujian } Z = \frac{\bar{D} - \mu_D}{\sigma_D / \sqrt{n}}$$

Statistik Ujian $t = \frac{\bar{D} - \mu_D}{s_D / \sqrt{n}}$ dengan derajat kebebasan $n - 1$

$$\text{Statistik Ujian } Z = \frac{\bar{D} - \mu_D}{s_D / \sqrt{n}}$$

5. Selang Keyakinan 100(1 - α)% berkenaan dengan Min Dua Populasi

$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \pm Z_{\alpha/2} \sigma_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$$

$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \pm t_{\alpha/2} s_{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}$$

6. Ujian Hipotesis berkenaan dengan Varians atau Sisihan Piawai Satu Populasi

Statistik Ujian $\chi^2 = \frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}$ dengan derajat kebebasan $v = n - 1$.

7. Ujian Hipotesis berkenaan dengan Varians Dua Populasi

Statistik Ujian $F = \frac{s_1^2 / \sigma_1^2}{s_2^2 / \sigma_2^2}$ dengan darjah kebebasan $v_1 = n_1 - 1$

dan $v_2 = n_2 - 1$.

8. Ujian Hipotesis berkenaan dengan Perkadaran Satu Populasi

Statistik Ujian $Z = \frac{p - \pi}{\sqrt{\frac{\pi(1 - \pi)}{n}}}$

9. Ujian Hipotesis berkenaan dengan Perkadaran Dua Populasi

Statistik Ujian $Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{\sqrt{\bar{p}(1 - \bar{p})\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}}$

Statistik Ujian $Z = \frac{(p_1 - p_2) - (\pi_1 - \pi_2)}{\sqrt{\frac{p_1(1 - p_1)}{n_1} + \frac{p_2(1 - p_2)}{n_2}}}$

10. Ujian Hipotesis berkenaan dengan Ketepatan Padanan

Statistik Ujian $\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - e_i)^2}{e_i}$ bertaburan χ^2 dengan darjah kebebasan

$k - 1$

11. Ujian Hipotesis berkenaan dengan Ketakbersandaran

Statistik Ujian $\chi^2 = \sum_i^r \sum_j^c \frac{(f_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$ bertaburan χ^2 dengan darjah kebebasan

$$(r - 1)(c - 1)$$

II. Analisis Varians

1. Rekabentuk Rawak Lengkap Satu Faktor

$$SST = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij})^2}{n}$$

$$SSTR = \sum_{j=1}^k n_j (\bar{X}_j - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{j=1}^k \frac{T_j^2}{n_j} - \frac{(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij})^2}{n}$$

$$SSE = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 = SST - SSTR$$

Statistik Ujian $F = \frac{SSTR / (k - 1)}{SSE / (n - k)}$ dengan darjah kebebasan $(k - 1)$

dan $(n - k)$

2. Rekabentuk Blok Rawakan

$$SST = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b (X_{ij} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b X_{ij}^2 - \frac{(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b X_{ij})^2}{n}$$

$$SSTR = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b (\bar{X}_{.j} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{j=1}^k b(\bar{X}_{.j} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{j=1}^k \frac{T_{.j}^2}{b} - \frac{(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b X_{ij})^2}{n}$$

$$SSB = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b (\bar{X}_{i.} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{i=1}^b k(\bar{X}_{i.} - \bar{\bar{X}})^2 = \sum_{i=1}^b \frac{T_{i.}^2}{k} - \frac{(\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^b X_{ij})^2}{n}$$

$$SSE = SST - SSTR - SSB$$

$$\text{Statistik Ujian } F = \frac{SSTR / (k-1)}{SSE / (k-1)(b-1)}$$

dengan $(k-1)$ dan $(k-1)(b-1)$ darjah kebebasan

$$\text{Statistik Ujian } F = \frac{SSB / (b-1)}{SSE / (k-1)(b-1)}$$

dengan $(b-1)$ dan $(k-1)(b-1)$ darjah kebebasan

3. Rekabentuk Faktorial

$$\begin{aligned} SST &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r (X_{ijk} - \bar{\bar{X}})^2 \\ &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r X_{ijk}^2 - (T_{...}^2 / abr) \end{aligned}$$

$$SST = SSTR + SSE = SSA + SSB + SSAB + SSE$$

$$SSTR = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b T_{ij.}^2 / r - (T_{...}^2 / abr)$$

$$SSTR = SSA + SSB + SSAB$$

$$\begin{aligned} SSA &= br \sum_{i=1}^a (\bar{X}_{i..} - \bar{\bar{X}})^2 \\ &= \sum_{i=1}^a T_{i..}^2 / br - (T_{...}^2 / abr) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SSB &= ar \sum_{j=1}^b (\bar{X}_{.j.} - \bar{\bar{X}})^2 \\ &= \sum_{j=1}^b T_{.j.}^2 / ar - (T_{...}^2 / abr) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SSAB &= r \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b (\bar{X}_{ij.} - \bar{X}_{i..} - \bar{X}_{.j.} + \bar{\bar{X}})^2 \\ &= \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b T_{ij.}^2 / r - T_{...}^2 / abr - SSA - SSB \end{aligned}$$

$$SSAB = SST - SSA - SSB - SSE$$

$$SSE = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^r (X_{ijk} - \bar{X}_{ij.})^2$$

$$SSE = SST - SSTR = SST - (SSA + SSB + SSAB)$$

$$\text{Statistik Ujian } F_{AB} = MSAB / MSE = \frac{SSAB / (a-1)(b-1)}{SSE / (ab)(r-1)}$$

dengan $(a-1)(b-1)$ dan $(ab)(r-1)$ derajat kebebasan

$$\text{Statistik Ujian } F_A = MSA / MSE = \frac{SSA / (a-1)}{SSE / (ab)(r-1)}$$

dengan $(a-1)$ dan $(ab)(r-1)$ derajat kebebasan

$$\text{Statistik Ujian } F_B = MSB / MSE = \frac{SSB / (b-1)}{SSE / (ab)(r-1)}$$

dengan $(b-1)$ dan $(ab)(r-1)$ derajat kebebasan

III. Regresi Linear dan Korelasi

1. Regresi Linear Mudah

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{n\Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2} = \frac{\Sigma xy}{\Sigma x^2}$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}$$

Statistik Ujian $t = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta_1}{s_{\hat{\beta}_1}}$ dengan $n - 2$ derajat kebebasan

$$s_{\hat{\beta}_1}^2 = \frac{s_e^2}{\Sigma X^2 - \frac{(\Sigma X)^2}{n}} = \frac{s_e^2}{\Sigma x^2}$$

Statistik Ujian $t = \frac{\hat{\beta}_0 - \beta_0}{s_{\hat{\beta}_0}}$ dengan $n - 2$ derajat kebebasan

$$s_{\hat{\beta}_0}^2 = \frac{s_e^2 \Sigma X^2}{n \Sigma x^2}$$

$$s_e^2 = \Sigma e_i^2 / (n - 2) = SSE / (n - 2)$$

$$SST = \Sigma y^2 = \Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma Y)^2}{n}$$

$$SSR = \hat{\beta}_1 \Sigma xy = \hat{\beta}_1 \left(\Sigma XY - \frac{\Sigma X \Sigma Y}{n} \right)$$

$$SSE = SST - SSR$$

$$r = \frac{n \Sigma XY - (\Sigma X \Sigma Y)}{\sqrt{[n \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][n \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\hat{\beta}_1 \Sigma xy}{\Sigma y^2}$$

2. Regresi Linear Berbilang

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \varepsilon_i$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{\Sigma x_1 y \Sigma x_2^2 - \Sigma x_2 y \Sigma x_1 x_2}{\Sigma x_1^2 \Sigma x_2^2 - (\Sigma x_1 x_2)^2}$$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\Sigma x_2 y \Sigma x_1^2 - \Sigma x_1 y \Sigma x_1 x_2}{\Sigma x_1^2 \Sigma x_2^2 - (\Sigma x_1 x_2)^2}$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{Y} - \hat{\beta}_1 \bar{X}_1 - \hat{\beta}_2 \bar{X}_2$$

$$\text{Statistik ujian } F = \frac{SSR/(k-1)}{SSE/(n-k)} = \frac{R^2/(k-1)}{(1-R^2)/(n-k)}$$

$$SST = \sum y^2$$

$$SSR = \hat{\beta}_1 \sum x_1 y + \hat{\beta}_2 \sum x_2 y$$

$$SSE = SST - SSR$$

$$\text{Ujian Wald: } F = \frac{(SSE_R - SSE_U)/(k-m)}{SSE_U/(n-k)}$$

dengan $k - m$ dan $n - k$ derajat kebebasan.

$$\text{Statistik ujian } t = \frac{\hat{\beta}_j - \beta_j}{s_{\hat{\beta}_j}} \text{ dengan } n - k \text{ derajat kebebasan.}$$

$$s_e^2 = \frac{\sum e_i^2}{n-k} = \frac{SSE}{n-k}$$

$$s_{\hat{\beta}_1} = s_e \cdot \sqrt{\frac{\sum x_2^2}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2}}$$

$$s_{\hat{\beta}_2} = s_e \cdot \sqrt{\frac{\sum x_1^2}{\sum x_1^2 \sum x_2^2 - (\sum x_1 x_2)^2}}$$

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\hat{\beta}_1 \sum x_1 y + \hat{\beta}_2 \sum x_2 y}{\sum y^2}$$

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \left(\frac{n-1}{n-k} \right)$$

$$r_{x_1 y \cdot x_2} = \frac{r_{x_1 y} - r_{x_1 x_2} \cdot r_{x_2 y}}{\sqrt{(1 - r_{x_1 x_2}^2)(1 - r_{x_2 y}^2)}}$$

$$r_{x_1 y} = \frac{\sum x_1 y}{\sqrt{\sum x_1^2 \sum y^2}}$$

$$r_{x_2 y} = \frac{\sum x_2 y}{\sqrt{\sum x_2^2 \sum y^2}}$$

$$r_{x_1 x_2} = \frac{\sum x_1 x_2}{\sqrt{\sum x_1^2 \sum x_2^2}}$$

3. Ujian Autokorelasi

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^T (\hat{\varepsilon}_t - \hat{\varepsilon}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2}$$

$$h = \left(1 - \frac{DW}{2} \right) \sqrt{\frac{T}{1 - T[\text{var}(\hat{\beta})]}}$$

4. Ujian Goldfeld-Quandt

Kes 1: Andaian σ_1^2 berkadar secara langsung dengan X_i

$F = SSE_2/SSE_1$ dengan $(n - d - 2k)/2$ dan $(n - d - 2k)/2$ darjah kebebasan.

Kes 2: Andaian σ_1^2 berkadar secara songsang dengan X_i

$F = SSE_1/SSE_2$ dengan $(n - d - 2k)/2$ dan $(n - d - 2k)/2$ darjah kebebasan.

5. Ujian Chow

$F_c = \frac{(SSE_R - SSE_1 - SSE_2) / k}{(SSE_1 + SSE_2) / (n - 2k)}$ dengan k dan $n - 2k$ darjah kebebasan.

IV. Siri Masa

1. Model Daya Tambah

$$Y = T + C + S + I$$

2. Model Daya Darab

$$Y = T . C . S . I$$

$$\text{Relatif Bermusim (S .I)} = \frac{T.C.S.I}{T.C}$$

Indeks Bermusim (S) = purata terlaras bagi relatif bermusim

$$\text{Data Nyah Musim} = \frac{Y}{S}$$

Ramalan dengan menggunakan arah aliran dan indeks bermusim

$$\hat{Y} = \frac{T_t \cdot S_t}{100}$$

3. Ukuran Kejituan Ramalan

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}$$

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t} (100\%)$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t} (100\%)$$

4. Pelvicinan Eksponen

$$\text{Model } S_t = wY_t + (1 - w) S_{t-1}$$

