

ANALISIS DESAIN FAKTORIAL FRAKSIONAL 2^{k-p}

DENGAN METODE LENTH



SKRIPSI

Oleh :

GIAN KUSUMA DIAH TANTRI

NIM : 24010210130075

JURUSAN STATISTIKA

FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2015

**ANALISIS DESAIN FAKTORIAL FRAKSIONAL 2^{k-p}
DENGAN METODE LENTH**



Oleh :

GIAN KUSUMA DIAH TANTRI

NIM : 24010210130075

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Sains pada Jurusan Statistika FSM UNDIP

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2015

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Analisis Desain Faktorial Fraksional 2^{k-p} dengan Metode Lenth

Nama : Gian Kusuma Diah Tantri

NIM : 24010210130075

Jurusan : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 05 Juni 2015 dan dinyatakan lulus pada tanggal 19 Juni 2015

Semarang, Juni 2015

Mengetahui,

Ketua Jurusan Statistika

FSM UNDIP



Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir

Ketua,

Prof. Drs. Mustafid, M.Eng, Ph.D
NIP. 195505281980031002

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Analisis Desain Faktorial Fraksional 2^{k-p} dengan Metode Lenth

Nama : Gian Kusuma Diah Tantri

NIM : 24010210130075

Jurusan : Statistika

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 05 Juni 2015.

Semarang, Juni 2015

Pembimbing I

Pembimbing II



Dra. Fatik Widiharah, M.Si
NIP. 196109281986032002



Triastuti Wuryandari, S.Si, M.Si
NIP. 197109061998032001

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul Analisis Desain Faktorial Fraksional 2^{k-p} dengan Metode Lenth.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si, selaku Ketua Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Ibu Tatik Widiharih, M.Si, selaku Dosen Pembimbing I, dan Ibu Triastuti Wuryandari, S.Si, M.Si, selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing hingga Tugas Akhir ini selesai dengan baik.
3. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro yang telah membantu dan memberikan pengajaran selama menempuh pendidikan.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga terselesaikannya penulisan Tugas Akhir ini.

Kritik dan saran dari pembaca akan menjadi masukan yang sangat berharga. Harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Semarang, Juni 2015

Penulis

ABSTRAK

Rancangan faktorial fraksional banyak digunakan dalam percobaan terutama di bidang industri karena dapat menentukan pengaruh faktor utama dan interaksi terhadap respon. Rancangan yang melibatkan k buah faktor dengan dua taraf dan menggunakan 2^p fraksi dari percobaan faktorial lengkap disebut rancangan faktorial fraksional 2^{k-p} . Penentuan faktor signifikan jika data yang diamati tanpa pengulangan dapat diuji dengan menggunakan metode Lenth. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan penaksir dan statistik uji untuk mendapatkan faktor signifikan dengan metode Lenth, serta menentukan perbedaan dalam penggunaan metode Lenth dengan metode klasik. Metode yang dipakai dalam penelitian menggunakan metode Lenth untuk menganalisis rancangan faktorial fraksional 2^{k-p} tanpa pengulangan. Kasus yang digunakan adalah rancangan faktorial fraksional 2^{5-1} dengan faktor A, B, C, D, E. Hasil pengujian dengan metode Lenth diperoleh nilai estimasi S_0 dan $\hat{\sigma}_{PSE}$ sebagai penaksir awal dan akhir. Nilai *Margin Error* dan *Simultan Margin Error* sebagai batas kesalahan dalam penentuan faktor signifikan. Faktor yang berpengaruh terhadap respon adalah faktor B dan C. Apabila diuji dengan metode klasik diperoleh faktor yang berpengaruh terhadap respon adalah faktor B, C, D, E, AB, AC, dan BC, sehingga dapat dikatakan bahwa metode klasik lebih sensitif daripada metode Lenth.

Kata kunci: Faktorial, fraksional, tanpa pengulangan, plot probabilitas normal, metode Lenth

ABSTRACT

Fractional factorial design is widely used in the experiments, especially in industrial sector because it can determine the influence of main factors and interaction of response. Design involving k factor with two levels and using 2^{-p} fraction of the full factorial experiment be called fractional factorial design 2^{k-p} . Determination significant factor if the observed data is unreplicated can be tested using Lenth's method. This study aims to determine the estimator and test statistics to get a significant factor with Lenth's method, and determine the differences from Lenth's method and classical method. The method used in the study using Lenth's method to analyze fractional factorial unreplicated design 2^{k-p} . Suppose that used 2^{5-1} fractional factorial design with A, B, C, D, E factors. Based on test results obtained with the Lenth's method estimated value of S_0 and $\hat{\sigma}_{PSE}$ as estimator. Margin Error and Simultaneous Margin Error value as a margin of error to determined of significant factors. Factors that influence the response are B and C. When tested with classical methods derived factors that affect the response are B, C, D, E, AB, AC, and BC, so it can be said that the classical method is more sensitive than the Lenth's method.

Keywords: Factorial, fractional, unreplicated factorial, normal probability plots, Lenth's method

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Rancangan Faktorial 2^k	6
2.2 Rancangan Faktorial Fraksional 2^{k-p}	11
2.2.1 Desain Resolusi	12
2.2.2 Struktur Rancangan dengan Fraksi $\frac{1}{2}$ dari Rancangan 2^k ..	13
2.2.3 Struktur Rancangan dengan Fraksi $\frac{1}{4}$ dari Rancangan 2^k ..	16

BAB III	METODOLOGI	20
3.1	Sumber Data	20
3.2	Tahapan Analisis Data	20
3.3	Diagram Alir Penelitian	22
BAB IV	PEMBAHASAN	24
4.1	Prosedur Metode Lenth	24
4.1.1	Estimasi Awal, s_0	24
4.1.2	Estimasi Akhir <i>Pseudo Standart Error</i> (PSE)	25
4.1.3	Batas Kesalahan	25
4.1.4	Batas Kesalahan Simultan	26
4.2	Contoh Kasus	26
4.3	Analisis	27
4.3.1	Uji Signifikansi Metode Klasik	30
4.3.2	Uji Signifikansi Metode Lenth	35
4.4	Perbandingan Metode Klasik dan Metode Lenth	40
BAB V	PENUTUP	42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Limit Konfidensi <i>Normal Probability Plot</i> Efek Perlakuan	9
Tabel 2. Struktur <i>Alias</i> Rancangan 2^{5-1}	14
Tabel 3. Notasi Kombinasi Linear Rancangan 2^{5-1}	14
Tabel 4. Struktur <i>Alias</i> Rancangan 2^{5-2}	18
Tabel 5. Konstruksi Rancangan 2^{5-2} dengan <i>Generator</i> I=ABD dan I=ACE .	18
Tabel 6. Data Kasus dengan 16- <i>run</i> Faktorial Fraksional	27
Tabel 7. Nilai Efek Perlakuan dan Koefisien Variabel	29
Tabel 8. Limit Konfidensi <i>Normal Probability Plot</i> Efek dari Kasus	31
Tabel 9. ANOVA dari Efek B, C, D, E, AB, AC, dan BC	33
Tabel 10. Statistik dan Kriteria Uji	37
Tabel 11. ANOVA dari efek B dan C	38
Tabel 12. Nilai Residual berdasarkan Model Akhir	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Normal Probability Plot</i> Efek Perlakuan	8
Gambar 2. Diagram Alir Tahapan Analisis Data	22
Gambar 3. <i>Normal Probability Plot</i> Efek dari Kasus	30
Gambar 4. <i>Normal Probability Plot</i> berdasarkan Metode Klasik	33
Gambar 5. Uji Kesamaan Ragam berdasarkan Metode Klasik	34
Gambar 6. <i>Normal Probability Plot</i> berdasarkan Metode Lenth	39
Gambar 7. Uji Kesamaan Ragam Bartlett berdasarkan Metode Lenth	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pemilihan Rancangan Faktorial Fraksional 2^{k-p}	45
Lampiran 2. Susunan Rancangan Faktorial 2^5	49
Lampiran 3. Output Analisis Data Kasus dengan Minitab	53

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era globalisasi yang sangat pesat ini menuntut adanya perubahan-perubahan yang melibatkan suatu penelitian atau percobaan. Penelitian yang dilakukan mencakup berbagai bidang, seperti industri, peternakan, pertanian, kesehatan, biologi, farmasi dan lain-lain. Hal ini dilakukan guna menemukan fakta baru atau menguatkan teori yang telah ada, sehingga masyarakat lebih bisa menerima secara bijaksana fenomena yang terjadi di sekitarnya.

Penelitian dapat dilakukan melalui survei, percobaan atau pengamatan sesuai dengan disiplin ilmu atau bidang yang akan diteliti. Oleh karena itu dibutuhkan suatu rancangan yang matang dan memadai sehingga kesimpulan yang dihasilkan akurat dan dapat mewakili populasi yang diteliti. Pengolahan data dan analisis data juga merupakan faktor penting dalam mengukur keberhasilan suatu penelitian atau percobaan (Mattjik dan Sumertajaya, 2013).

Percobaan adalah suatu tindakan yang dilakukan untuk menemukan beberapa prinsip atau pengaruh yang tidak atau belum diketahui, menguji, menguatkan, atau menjelaskan beberapa pendapat atau kebenaran yang diduga sebelumnya. Menurut Suwanda (2011), terdapat prinsip rancangan percobaan yaitu pengulangan (*replication*), pengacakan (*randomization*), dan pengendalian lingkungan (*local control*).

Rancangan percobaan memuat semua langkah lengkap yang perlu diambil sebelum melakukan percobaan supaya data yang diperlukan dapat digunakan secara optimal. Misalnya dalam bidang industri seringkali diperlukan suatu rancangan percobaan dengan banyaknya perlakuan yang dicobakan minimum namun memberikan informasi yang maksimum, sehingga dapat dengan mudah dipahami oleh semua pihak yang terlibat (Mattjik dan Sumertajaya, 2013).

Dalam suatu percobaan yang dilakukan oleh peneliti seringkali melibatkan k buah faktor dimana masing-masing faktor terdiri atas dua buah taraf, hal ini disebut rancangan faktorial 2^k . Percobaan yang didasarkan pada rancangan faktorial, dimaksudkan untuk menentukan faktor mana di antara sejumlah faktor yang secara potensial memberikan efek pada respon. Namun, jika melibatkan jumlah faktor yang besar dan diikuti jumlah kombinasi perlakuan yang besar pula, percobaan menjadi tidak efisien untuk dilakukan. Untuk itu digunakan rancangan faktorial fraksional untuk menurunkan jumlah kombinasi perlakuan yang ada (Montgomery, 2005).

Rancangan faktorial fraksional diperkenalkan oleh Tippett pada tahun 1934, dan sejak tahun 1980-an telah menjadi perhatian dan dianggap rancangan ini relatif lebih efisien. Rancangan faktorial fraksional dengan dua buah taraf dinotasikan 2^{k-p} yang artinya rancangan tersebut terdiri atas k faktor yang masing-masing mempunyai dua taraf, dan hanya menggunakan 2^p fraksi dari percobaan faktorial lengkap. Fraksi yang dapat digunakan pada rancangan faktorial fraksional dua-level adalah fraksi $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ dan seterusnya dari semua kombinasi perlakuan yang mungkin ada (Suwanda, 2011).

Rancangan faktorial fraksional 2^{k-p} yang memiliki lebih dari satu unit pengamatan untuk setiap perlakuan, maka digunakan analisis varian untuk menguji efek utama dan interaksi dalam model. Pada rancangan yang hanya terdapat satu pengamatan pada tiap perlakuan, tidak terdapat derajat bebas untuk mengestimasi varian *error* sehingga dalam melakukan interpretasi terhadap faktor yang dimungkinkan berpengaruh hanya dengan membaca *normal probability plot* dari efek. Apabila nilai efek berada jauh dari garis normal maka efek tersebut berpengaruh, dan apabila nilai efek berada atau mendekati garis normal maka efek tidak berpengaruh (Montgomery, 2005).

Penentuan fraksi yang terbaik dan menaksir pengaruh faktor yang signifikan dari rancangan tersebut telah dikemukakan beberapa metode, salah satunya adalah metode yang dikemukakan oleh Russell V. Lenth pada tahun 1989 yang terkenal dengan metode Lenth. Metode ini menggunakan nilai *margin of error* atau batas kesalahan yang digunakan sebagai pembanding dengan kontras individu, *simultan margin error* yang digunakan sebagai pembanding kontras kelompok, dan *pseudo sparsity of error* sebagai statistik uji untuk menentukan faktor yang signifikan. Nilai-nilai tersebut ditentukan dengan menggunakan rumus dalam metode Lenth (Montgomery, 2005).

Menurut Hamada dan Balakrishnan (1998), kelebihan dari metode Lenth adalah metode ini menggunakan prosedur yang lebih sederhana dibanding metode lain seperti pada metode Bissel yang menggunakan iterasi dalam penentuan faktor signifikan. Oleh karena itu pada penelitian ini penulis memilih menggunakan metode Lenth dalam penanganan analisis desain faktorial fraksional 2^{k-p} .

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan di atas, rumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana menggunakan statistik uji dan penaksirnya dengan metode Lenth dalam mengidentifikasi faktor yang signifikan dalam rancangan faktorial fraksional 2^{5-1} tanpa pengulangan.
2. Bagaimana menentukan faktor yang signifikan dalam rancangan faktorial fraksional 2^{5-1} tanpa pengulangan dengan metode Lenth.

1.3 Pembatasan Masalah

Penelitian tugas akhir ini dibatasi pada masalah pengidentifikasian faktor yang signifikan untuk rancangan faktorial fraksional 2^{5-1} tanpa pengulangan dimana faktor yang tidak signifikan berdasarkan *normal probability plot* digunakan sebagai residual.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan penaksir dari metode Lenth untuk mendapatkan faktor signifikan untuk rancangan faktorial fraksional 2^{5-1} tanpa pengulangan.
2. Menentukan perbedaan dalam penentuan faktor signifikan dari rancangan faktorial fraksional 2^{5-1} tanpa pengulangan dengan metode Lenth dengan metode klasik.