

Tim Penyusun:
Urip Tisngati, M.Pd.
Dra. Martini, M.Pd.
Nely Indra Meifiani, M.Pd.
Dwi Cahyani Nur Apriyani, M.Pd.

MODEL-MODEL ANAVA UNTUK DESAIN FAKTORIAL 4 FAKTOR

Buku ini merupakan hasil Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDU-PT), hibah Kemenristek Dikti untuk tahun anggaran 2019.

MODEL-MODEL ANAVA
UNTUK DESAIN FAKTORIAL
4 FAKTOR

**MODEL-MODEL ANAVA
UNTUK DESAIN FAKTORIAL
4 FAKTOR**

Tan. Panyama

Urip Tingati, M.Pd.

Drs. Martini, M.Pd.

Nelly Indira Diahiani, M.Pd.

Drs. Cahyani Nur Apriyani, M.Pd.

MODEL-MODEL ANAVA UNTUK DESAIN FAKTORIAL 4 FAKTOR

Tim Penyusun

Urip Tisngati, M.Pd.

Dra. Martini, M.Pd.

Nely Indra Meifiani, M.Pd.

Dwi Cahyani Nur Apriyani, M.Pd.



Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Model-Model Anava untuk Desain Faktorial 4 Faktor

Cetakan Pertama, Oktober 2019
Bojonegoro: Penerbit Pustaka Intermedia.
vi + 44 hal.; 14,5 x 20,5 cm
ISBN : 978-602-5810-65-7

Penulis : Urip Tisngati, M.Pd., Dra.
Martini, M.Pd.,
Nely Indra Meifiani, M.Pd.
Dwi Cahyani Nur Apriyani, M.Pd.

Editor : Amin Mustofa

Desain & Layout : Samsul Anam

Penerbit
Pustaka Intermedia

Redaksi

Pilanggede, Balen, Bojonegoro, Jawa Timur.

Laman www.pustakaintermedia.co.id

Surel: pustakaintermedia@yahoo.com. Facebook: [pustakaintermedia](https://www.facebook.com/pustakaintermedia)

Narahubung Whatsapp: 085232841193

Penerbit Pinter (Pustaka Intermedia) menerima naskah untuk diterbitkan menjadi buku ber-ISBN. Naskah harus karya sendiri, orsinil, bukan hasil plagiat. Pengutip rujukan materi atau foto wajib mencantumkan sumber kutipan. Hanya naskah yang lulus seleksi Tim Pinter yang akan diterbitkan menjadi buku. Kunjungi website kami www.pustakaintermedia.co.id. Hubungi narahubung Pinter.

Hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk apa pun dan dengan cara apa pun tanpa seizin tertulis dari penerbit.

**Kutipan Pasal 72 UU No 19 Tahun 2002 tentang Hak Cipta
Sanksi Pelanggaran Undang- Undang Hak Cipta 2002**

1. Barangsiaapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) atau pasal 49 ayat(1) dan ayat (2) di pidana dengan pidana penjara masing masing paling singkat (satu) bulan dan atau denda paling sedikit Rp1000.000 (satu juta rupiah) Atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/atau denda paling banyak Rp 5000.000.000 (lima milyar rupiah).
2. Barangsiaapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 500.000.000,- (lima ratus juta rupiah).
3. Barangsiaapa dengan sengaja melanggar ketentuan Pasal 17, dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (lima) tahun dan/atau denda paling banyak Rp. 1.000.000.000 (satu milyar rupiah).

KATA PENGANTAR

PENDAHULUAN

Buku ini merupakan hasil Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDU-PT), hibah Kemenristek Dikti untuk tahun anggaran 2019. Buku ini disusun sebagai bahan referensi bagi para calon peneliti, peneliti, praktisi, mahasiswa, guru, atau siapa saja yang ingin mendalami dan menerapkan konsep rancangan percobaan atau penelitian eksperimen melalui desain faktorial. Secara umum buku ini menunjang kebutuhan buku statistik penelitian.

Buku difokuskan pada empat pembahasan, yakni: (1) Pendahuluan, menyajikan tentang latar belakang, rumusan masalah, serta manfaat penelitian; (2) Konsep Dasar Rancangan Faktorial, menyajikan konsep, penelitian terdahulu, dan prosedur penelitian; (3); (4) .

Buku ini mungkin belum sempurna. Oleh sebab itu perlu saran dan kritik yang membangun dari para pengguna. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Kemenristek Dikti yang telah memberi dana Hibah melalui skema PDU-PT tahun anggaran 2018-2019, LPPM STKIP PGRI Pacitan, Dosen Prodi Statistik FMIPA UNY yang memberikan masukan baik berupa saran atau kritik yang membangun. Semoga hadirnya buku ini akan melengkapi buku yang sudah ada dalam upaya membantu mengatasi permasalahan manusia melalui temuan-temuan teoretis dan aplikatif pada bidang statistik penelitian.

Pacitan, Agustus 2019

Tim Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	2
E. Kontribusi Keilmuan dan Praktis	4
BAB II KONSEP DASAR RANCANGAN FAKTORIAL	5
A. Konsep Dasar Rancangan Faktorial	5
B. Studi Pendahuluan dan Hasil yang Telah Dicapai	7
C. Rancangan Penelitian	9
D. Prosedur Penelitian	11
BAB III PENELITIAN EKSPERIMEN	12
A. Karakteristik Penelitian Eksperimen	12
B. Desain Penelitian Eksperimen: <i>Factorial Design</i>	13
BAB IV VARIASI MODEL ANAVA UNTUK DESAIN FAKTORIAL EMPAT FAKTOR	19
BAB V DESAIN EMPAT FAKTOR DENGAN MODEL TETAP PADA RANCANGAN ACAK LENGKAP (RAL)	34
PENUTUP	39
DAFTAR PUSTAKA	40
BIODATA PENULIS	42

BAB I

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam berbagai bidang penerapan perancangan percobaan diketahui bahwa respon dari individu merupakan akibat dari berbagai faktor secara simultan (Mattjik & Sumertajaya, 2013:118). Kondisi seperti ini membuktikan bahwa suatu percobaan satu faktor akan tidak efektif jika respon yang muncul berbeda-beda jikalau faktor-faktor yang mendukung sebuah penelitian berubah. Sehingga dalam berbagai desain percobaan memerlukan beberapa faktor secara bersamaan.

Percobaan faktorial mempunyai ciri-ciri, yaitu perlakuan yang merupakan komposisi dari semua kemungkinan kombinasi dari taraf-taraf dua faktor atau lebih. Oleh karena itu istilah faktorial lebih mengarahkan pada perlakuan-perlakuan itu akan disusun bukan pada bagaimana perlakuan itu ditempatkan pada unit percobaan. Menurut Hanafiah (2011, 112) keuntungan percobaan faktorial jika dibandingkan dengan percobaan faktor tunggal adalah: 1) percobaan faktorial seolah-olah merangkum beberapa percobaan faktor tunggal maka percobaan satu faktor lebih efisien dan efektif dalam hal waktu, bahan, alat, tenaga kerja, dan modal yang tersedia; 2) misalkan faktornya ada dua, yaitu A dan B maka faktor A diterapkan terhadap setiap tingkat faktor B dan sebaliknya, sehingga setiap faktor A atau B akan berulang

pada semua tingkat faktor lainnya (B atau A); 3) jika pada percobaan faktor tunggal tidak akan diketahui bagaimana pengaruh faktor-faktor utama yang dikombinasikan, maka dalam percobaan faktorial akan diketahui pengaruh bersama (interaksi) terhadap data hasil percobaan.

Berdasarkan ketiga kelebihan yang telah dipaparkan di atas maka target utama suatu percobaan faktorial adalah untuk mengetahui pengaruh interaksi faktor utama. Hal ini karena hasil pengamatan dan pengujian ini akan dijadikan dasar dalam membuat suatu keputusan penelitian. Apalagi kebutuhan para peneliti di lapangan tidak sebatas pada desain faktorial 2 atau 3 faktor. Mempertimbangkan bahwa kebutuhan dan permasalahan penelitian yang semakin kompleks dan luas maka dibutuhkan desain faktorial yang bisa menjawab permasalahan tersebut.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana model-model anava untuk desain faktorial 4 faktor?
2. Bagaimana tabel anova untuk eksperimen empat faktor dengan model tetap pada rancangan acak lengkap?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai tujuan khusus mengacu pada rumusan masalah, meliputi:

1. Menentukan model-model anava untuk desain faktorial 4 faktor.

2. Menentukan tabel anova untuk eksperimen empat faktor dengan model tetap pada rancangan acak lengkap.

Manfaat Penelitian

Rancangan percobaan (desain eksperimen) menjadi bagian penting dari ilmu statistika penelitian guna membantu manusia dalam menjawab permasalahan-permasalahan yang kompleks, dinamis siring dengan perkembangan demografi, ekonomi, sosial, dan sains. Rancangan percobaan dalam konteks ini merupakan desain penelitian kuantitatif di mana data eksperimen sebagai sumber utamanya. Mengapa perlu desain eksperimen?

Desain sebuah eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil sebelum eksperimen dilakukan agar data yang diperlukan dapat diperoleh sehingga diperoleh analisa yang objektif dan kesimpulan yang tepat atas permasalahan yang sedang dibahas. Suatu desain eksperimen bertujuan untuk memperoleh atau mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang perlu dan bermanfaat dalam penyelidikan permasalahan yang akan dibahas. Namun dalam mengumpulkan informasi, desain harus dibuat sesederhana mungkin. Hal ini didukung oleh kenyataan bahwa desain yang sedemikian akan cepat dianalisa selain ekonomis.

Unit eksperimen merupakan unit terhadap perlakuan tunggal (yang mungkin merupakan gabungan dari beberpa

faktor) dikenakan dalam sebuah replikasi eksperimen dasar. Untuk menyelidiki kombinasi tertentu dari factor maka dilakukan kombinasi perlakuan. Apabila desain eksperimen hanya membahas satu factor saja, analisa faktorial membahas tentang semua kombinasi antar taraf setiap faktor. Dengan kata lain, eksperimen faktorial adalah eksperimen di mana semua taraf sebuah faktor tertentu dikombinasikan dengan semua taraf faktor lainnya yang terdapat dalam eksperimen tersebut. Berdasarkan banyak taraf dalam tiap faktor, desain eksperimen ini sering diberi nama dengan menambahkan perkalian antara banyak taraf faktor yang satu dengan banyaknya taraf faktor lainnya, seperti desain faktorial 2×2 , 3×2 , $2 \times 2 \times 2$, di mana faktor dalam konteks ini merupakan variabel penelitian.

Mengingat bahwa dalam kenyataan sehari-hari, banyak faktor-faktor yang diduga mempengaruhi suatu variabel lain maka pengembangan rancangan percobaan faktorial secara teoritis dan aplikatif menjadi sangat penting guna menjawab permasalahan kehidupan manusia. Dengan demikian penelitian ini memiliki urgensi seperti dipaparkan berikut ini:

1. Pembahasan rancangan faktorial yang terbatas pada rancangan 1 faktor, 2 faktor, dan 3 faktor
2. Semakin kompleksnya masalah penelitian yang dihadapi peneliti di mana rancangan 1 faktor, 2 faktor, dan 3 faktor belum mampu menyelesaikannya.

Kontribusi Keilmuan dan Praktis

Mempertimbangkan bahwa keilmuan, khususnya pada bidang pendidikan harus terus dikembangkan seiring dengan tuntutan dan perkembangan zaman, maka penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi seperti berikut.

1. Mengembangkan keilmuan teoritis dan aplikatif dalam bidang ilmu statistika penelitian khususnya fokus pada rancangan faktorial.
2. Sebagai alternatif untuk menganalisis hasil penelitian selain dengan multivariat.
3. Sebagai bahan landasan penelitian yang relevan dan penelitian lanjutan.

BAB II

KONSEP DASAR RANCANGAN FAKTORIAL

Konsep Dasar Rancangan Faktorial

Rancangan eksperimental adalah disiplin yang banyak menarik banyak pekerjaan dengan berbagai latar belakang. Untuk matematikawan tampak sebagai cabang kombinatorik; kepada peneliti operasional seperti sebuah cabang teori optimasi; ilmuwan komputer sebagai pencarian untuk matriks kejadian yang nilai *eigennya* memiliki sifat yang dapat diterima; dan kepada eksperimen sebagai alat untuk merencanakan penyelidikan secara efisien (Williams, 1988).

Montgomery (2008: 19) menyatakan bahwa *Design of Experiments* untuk pertama kali diperkenalkan oleh Sir Ronald A. Fisher sekitar tahun 1920-1930. Konsep *Design of Experiments* pertama kali dimanfaatkan pada *Rothamsted Agricultural Experimental Station* di kota London, Inggris.

Sebuah penelitian eksperimen selalu ada perlakuan (variabel independen) yang dengan sengaja diberikan kepada subjek yang akan diteliti. Dalam sebuah eksperimen perlakuan yang diberikan bisa saja lebih dari satu perlakuan dimana akan disajikan secara simultan yang dinamakan dengan perlakuan kombinasi. Secara sederhana eksperimen ini disebut eksperimen faktorial atau percobaan faktorial atau desain faktorial.

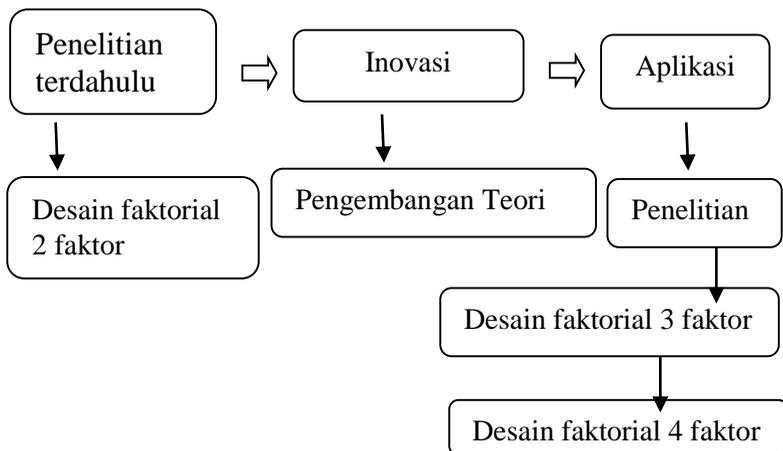
Menurut Trochim (2006), desain faktorial menjadi pilihan penting pada penelitian eksperimen karena memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk mengeksplorasi atau meningkatkan variasi perlakuan serta efisien untuk menguji efek utama dan interaksi antar faktor atau variabel penelitian.

Menurut Santosa (2010: 124), desain faktorial adalah desain eksperimen dengan adanya dua atau lebih variabel independen yang dimanipulasi. Istilah “variabel independen” pada desain faktorial diganti dengan “faktor”.

Desain faktorial yang paling sederhana tentu hanya melibatkan dua variabel independen, yang disebut dengan *two factor experiment*. Lebih lanjut lagi Borkowski (2015: 125) menyatakan bahwa *a two-factor factorial design is an experimental design in which data is collected for all possible combinations of the levels of the two factors of interest*. Artinya, desain faktorial dua faktor adalah rancangan eksperimental di mana data dikumpulkan untuk semua kemungkinan kombinasi dua faktor yang diinginkan. Dalam prakteknya sangat mungkin lebih dari dua variabel independen yang akan diuji pengaruhnya terhadap variabel dependen. Akan tetapi semakin bertambahnya variabel independen yang akan diuji maka cenderung akan membuat desain eksperimen menjadi semakin kompleks. Hal ini bisa ditunjukkan apabila Desain faktorial yang diinginkan adalah *three-factor factorial design*. Seperti yang diungkapkan oleh Lane

(2013) bahwa “A three-factor analysis of variance consists of seven significance tests: a test for each of the three main effects, a test for each of the three two-way interactions, and a test of the “.

Analisis variansi tiga faktor terdiri atas tujuh uji signifikansi: tes untuk masing-masing dari tiga faktor utama, tes untuk masing-masing dari tiga interaksi dua arah, dan uji interaksi tiga arah. Penelitian ini nantinya akan memberikan sebuah penyelesaian baru untuk desain yang lebih kompleks, yaitu desain faktorial empat faktor. Tentunya akan menghasilkan berbagai kombinasi faktor utama yang lebih banyak lagi. Sesuai dengan target bahwa penelitian ini bertujuan untuk memfasilitasi penelitian yang membutuhkan faktor lebih banyak dari biasanya, yaitu 2 atau 3 faktor.



Gambar 1. *State of The Art*

Studi Pendahuluan dan Hasil yang Telah Dicapai

Penelitian Desain Faktorial Empat Faktor dan Aplikasinya merupakan penelitian lanjutan yang pernah dilakukan oleh pengusul dan juga oleh pihak lain yang berkepentingan dalam permasalahan ini. Berikut disajikan penelitian pendahuluan yang pernah pengusul laksanakan dan pihak lain yang bisa dijadikan referensi penelitian ini selanjutnya.

1. Penelitian Fachrun Arifianto S., M. Saleh AF., Anisa, tahun 2013 yang berjudul Identifikasi Faktor Signifikan pada Rancangan Faktorial Fraksional 2^{k-p} . Penelitian ini menghasilkan metode lenth yang memberikan suatu analisis formal tentang bagaimana menentukan suatu faktor signifikan atau tidak dalam rancangan faktorial fraksional tanpa pengulangan.
2. Penelitian Alyaa Roshdy Zahran, tahun 2013 yang berjudul *Two-Level Factorial Design with Circular Response: Model and Analysis*. Penelitian ini menghasilkan faktorial penuh yang disajikan untuk suatu respon melingkar menggunakan model Linear Proyeksi Multivariate Spear. Efek interaksi dan efek utama didefinisikan, diperkirakan dan diuji. Analogi untuk kasus respon linier, dua plot baru, yaitu plot efek utama melingkar-plot efek interaksi melingkar diusulkan untuk memvisualisasikan interaksi utama dan interaksi pada respon melingkar.

3. Penelitian Ogonna Chris Nkuzinna, Matthew Chukwudi Menkiti, Okechukwu Dominic Onukwuli, Gordian Onyebuchukwu Mbah, Bernard Ibezim Okolo, Melford Chuka Egbujor, dan Rabboni Mike Government tahun 2014 yang berjudul *Application of Factorial Design of Experiment for Optimization of Inhibition Effect of Acid Extract of Gnetum Africana on Copper Corrosion*. Penelitian ini menghasilkan rancangan faktorial yang cukup berlaku dalam optimalisasi variabel proses dan bahwa *Gnetum africana* cukup menghambat korosi Tembaga pada percobaan.
4. Penelitian Robert Shaw, Michael F. W. Festing, Ian Peers, and Larry Furlong tahun 2015 yang berjudul *Use of Factorial Designs to Optimize Animal Experiments and Reduce Animal Use*. Penelitian ini menghasilkan Sebuah Pendekatan desain faktorial eksperimental yang lebih efektif dan efisien dari pendekatan yang lebih terdahulu dari berbagai faktor satu per satu. Dua contoh percobaan faktorial nyata mengungkapkan bagaimana kita menggunakan pendekatan ini dapat mengurangi penggunaan hewan dan penghematan sumber daya finansial dan ilmiah tanpa kehilangan keabsahan ilmiah.
5. Penelitian Nely Indra Meifiani dan Hari Purnomo Susanto, tahun 2016 yang berjudul Analisis Kesulitan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Kasus Rancangan Percobaan. Penelitian ini menghasilkan temuan bahwa

mahasiswa mengalami kesulitan dalam menentukan SV, db, ERJK, F hitung, dan Proses Perhitungan.

6. Penelitian Nely Indra Meifiani, tahun 2015 yang berjudul *Pemilihan Model Regresi Terbaik Untuk Hubungan Antara Prestasi Mahasiswa dan Sikap Matematika Pada Mata Kuliah Rancangan Percobaan*. Penelitian ini menghasilkan temuan bahwa Hasil analisa terhadap nilai koefisien korelasi dan kesalahan standar menghasilkan model-model alternatif terbaik dengan urutan: *User-Defined Model, Linier Fit Model* dan *Exponential Association Mode*
7. Penelitian Nely Indra Meifiani, Urip Tisngati, Martini, dan Dwi Cahyani N A., tahun 2018 yang berjudul *Modeling for Anxiety Data toward Students Achievement in Factorial*. Dengan urutan model terbaiknya adalah 1) *Polynomial Fit*, 2) *Sinusoidal fit*, 3) *Quadratic Fit*, 4) *Rational Function*, 5) *MMF Model*, 6) *User-Defined Model*, 7) *Linier Fit*, dan 8) *Logistic Model*.
8. Penelitian Urip Tisngati, Nely Indra Meifiani, Martini, dan Dwi Cahyani N A., tahun 2018 dengan judul “*Four factors experiments for fixed models in completely randomized design.*”
9. Penelitian Urip Tisngati, Martini, Nely Indra Meifiani, dan Dwi Cahyani N A., tahun 2018 dengan judul “*Experimental Study of Learning Methods toward Students Learning Outcomes Viewed from Gender, Motivation, and Self-Efficacy*”.

10. Penelitian Dwi Cahyani N A., Urip Tisngati, Martini, Nely Indra Meifiani, tahun 2018 dengan judul “*The effect of cooperative learning models of snowball throwing and mind mapping viewed of mathematical literacy, mathematics anxiety, and mathematical disposition (An application of factorial design 4 factors)*”

Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan dan target penelitian ini ada empat tahapan, yaitu: 1) identifikasi dan studi literatur; 2) mengembangkan Desain Faktorial dengan berbagai kondisi Faktor utama dan R (pembuatan diagram blok 4 faktor); 3) Uji Kelayakan (Validator); 4) mengaplikasikan desain faktorial. Tahapan 1), 2), dan 3) dilaksanakan pada tahun pertama dan Tahapan 4) dilaksanakan pada tahun kedua

Diagram Alir Riset Tahun Pertama

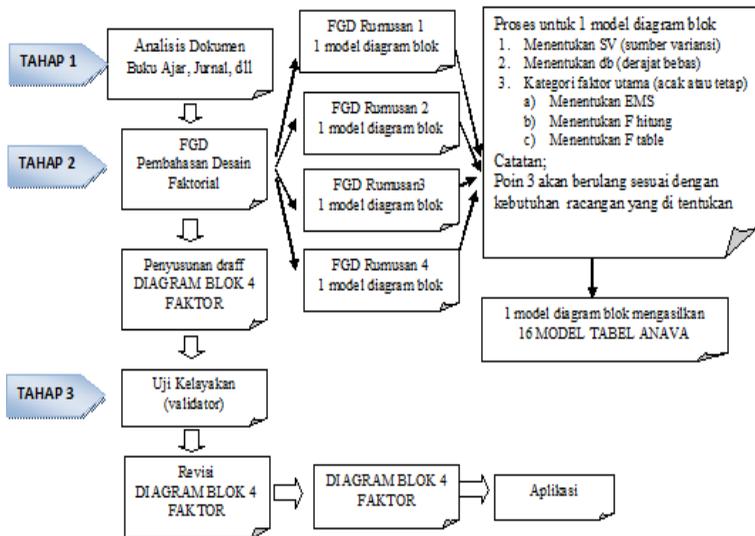
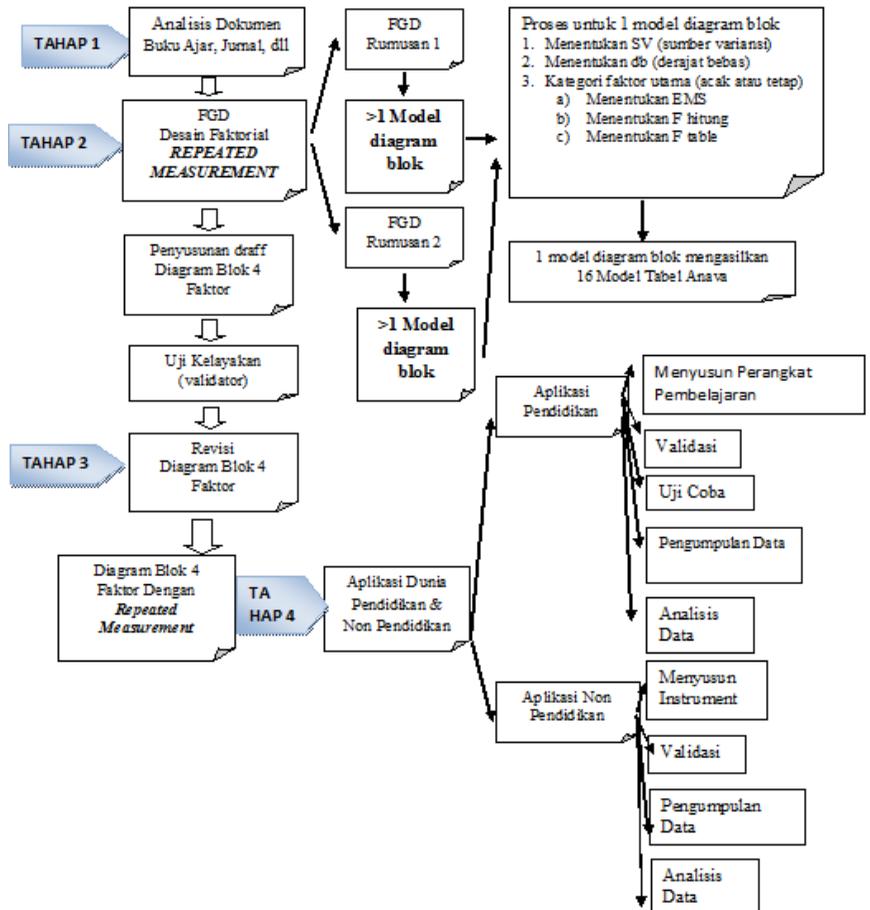


Diagram Alir Riset Tahun Kedua



Prosedur Penelitian

Pra penelitian

- FGD Diagram Blok 4 Faktor
- Pengajuan Proposal lanjutan

Pelaksanaan

- a. Analisis Dokumen
- b. FGD Analisa Diagram Blok Desain Faktorial
- c. Penyusunan Draft Diagram Blok 4 Faktor
- d. Uji Kelayakan Diagram Blok 4 Faktor
- e. Revisi Diagram Blok 4 faktor
- f. Finalisasi diagram blok 4 faktor
- g. Pembuktian dan aplikasi Diagram Blok 4 Faktor

Penyusunan Laporan

- a. Laporan kemajuan
- b. Diseminasi Hasil
- c. Laporan akhir

BAB III

PENELITIAN EKSPERIMEN

Karakteristik Penelitian Eksperimen

Penelitian eksperimen merupakan metode sistematis guna membangun hubungan yang mengandung hubungan sebab akibat. Variabel-variabel yang ada sudah ditentukan secara tegas oleh peneliti pada awal penelitian, terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat.

Pada bidang pendidikan, terdapat dua bentuk penelitian eksperimen: 1) penelitian di dalam laboratorium, dan 2) penelitian di luar laboratorium. Penelitian laboratorium dilaksanakan di dalam ruangan atau kondisi tertentu yang telah di *setting* untuk lebih teliti mengontrol variabelnya. Sedangkan penelitian di luar laboratorium dapat disebut penelitian lapangan, berupa kegiatan sekolah, kelas, praktek di bengkel, atau pertemuan lain secara alami. Dengan cara ini memudahkan peneliti memberikan perlakuan sesuai setting yang mendekati keadaan sebenarnya, dan hasil eksperimennya lebih kuat.

Tiga karakteristik penting penelitian eksperimen, yaitu:

1. Memanipulasi variabel bebas

Tindakan ini secara terencana dilakukan peneliti, merupakan tindakan atau perlakuan atas dasar pertimbangan ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan secara terbuka guna

memperoleh perbedaan efek dalam variabel terikat. Contoh: ingin membandingkan pengaruh ‘waktu belajar’ terhadap hasil belajar, maka terdapat dua kelompok yang diberi perlakuan yang berbeda sejak awal, satu kelompok eksperimen/treatment diajar pada waktu pagi hari dan satu kelompok kontrol diberi perlakuan waktu sore hari.

2. Mengontrol variabel lain yang mungkin berpengaruh agar konstan

Mengontrol merupakan usaha peneliti untuk memindahkan pengaruh variabel lain pada variabel terikat yang mungkin berpengaruh terhadap kerja/penampilan variabel tersebut. Hal ini penting agar peneliti dapat melakukan pengamatan dan evaluasi/pengukuran secara cermat terhadap variabel terikat. Peneliti harus memisahkan dengan variabel lain di luar penelitian tetapi berpotensi mempengaruhi hasil pengukuran. Dengan demikian peneliti harus mengontrol sedemikian rupa agar hasil perbedaan efek pada variabel terikat yang diukur dari grup eksperimen dan kontrol benar-benar hasil perubahan karena perlakuan peneliti pada variabel bebas. Dalam hal ini peneliti hendaknya memberikan perlakuan pada grup eksperimen dan kontrol dengan intensitas dan karakteristik mendekati sama. Contoh: grup eksperimen diajar pada pagi hari, grup kontrol diajar pada sore hari. Kedua kelompok hendaknya diajar dengan intensitas/ frekuensi pengajaran yang sama,

materi sama, instrumen sama, fasilitas ruang kelas sama, dll.

3. Mengamati efek/pengaruh dari manipulasi variabel bebas dan terikatnya secara langsung

Tindakan observasi dilakukan untuk melihat dan mencatat gejala yang muncul yang mungkin menyebabkan terjadinya perbedaan di antar dua kelompok, terutama perbedaan pengukuran pada variabel terikat

Desain Penelitian Eksperimen: *Factorial Design*

Secara umum desain penelitian adalah semua proses yang diperlukan dalam perencanaan dan pelaksanaan penelitian. Secara khusus desain penelitian sebagai penggambaran secara jelas hubungan antar variabel, hipotesis, pengumpulan data, dan analisa data.

Ciri dari desain penelitian eksperimen adalah: 1) ada variabel yang secara sistematis dimanipulasi (independent variable) untuk mengobservasi efek dari manipulasi pada variabel lain (dependent variable), 2) mengontrol perlakuan/eksperimen, yaitu mengontrol variabel luar dalam eksperimen untuk mengisolasi efek variabel bebas terhadap variabel terikat,

Salah satu desain pada penelitian eksperimen adalah desain faktorial. Desain ini memperhatikan kemungkinan adanya variabel moderator yang mempengaruhi variabel bebas terhadap variabel terikat pada eksperimen.

Desain faktorial digunakan untuk mengevaluasi dampak kombinasi dari dua atau lebih perlakuan terhadap variabel terikat. Pada kasus di bawah ini, analisa faktorial diaplikasikan dengan menggunakan desain random sempurna dengan format 2 baris dan 3 kolom atau 2x3.

Contoh Kasus:

Peneliti ingin mengetahui pengaruh dua variable bebas, yaitu variabel “metode pembelajaran” dan “tingkat kreativitas” terhadap hasil belajar matematika. Metode pembelajaran dimanipulasi menjadi “metode diskusi kelompok, dan “metode ceramah bervariasi”, sedangkan tingkat kreativitas dimanipulasi menjadi “tinggi”, “sedang” dan “rendah”

Desainnya adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Desain Data Penelitian Faktorial 2x3

A \ B	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂	A ₁ B ₃
A ₂	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂	A ₂ B ₃

Keterangan :

A : Metode Pembelajaran

A₁ : Metode Diskusi kelompok (Eksperimen)

A₂ : Metode Ceramah Bervariasi (kontrol)

B : Tingkat Kreativitas

B₁ : kreativitas tinggi

B₂ : kreativitas sedang

B₃ : kreativitas rendah

A₁B₁ : kelompok yang diajar dengan metode diskusi kelompok dengan tingkat kreativitas tinggi

A₁B₂ : kelompok yang diajar dengan metode diskusi kelompok dengan tingkat kreativitas sedang

A₁B₃ : kelompok yang diajar dengan metode diskusi kelompok dengan tingkat kreativitas rendah

A₂B₁ : kelompok yang diajar dengan metode metode ceramah bervariasi dengan tingkat kreativitas tinggi

A₂B₂ : kelompok yang diajar dengan metode ceramah bervariasi dengan tingkat kreativitas sedang

A₂B₃ : kelompok yang diajar dengan metode metode ceramah bervariasi dengan tingkat kreativitas rendah

Contoh Judul Penelitian:

Eksperimentasi Model Pembelajaran <i>Project Based Learning</i> dan <i>Discovery Learning</i> Terhadap Prestasi Belajar IPA Ditinjau dari Tingkat Kedisiplinan Siswa
--

Analisis:

Pada judul di atas, variabel bebas 1 adalah Model Pembelajaran (A), Variabel bebas 2 adalah Media Pembelajaran (B), Variabel terikat adalah Prestasi Belajar

(Y). Jika Rancangan penelitian ini menggunakan desain faktorial 3×2 , kemungkinan terdapat 2 Faktor/ variabel utama (A dan B) , di mana Faktor A mempunyai 3 level: model *Project Based Learning* (A₁), model *discovery learning*) (A₂), dan model pembelajaran konvensional (A₃) serta Faktor B mempunyai 2 level: Media visual (B₁) dan media audio visual (B₂)

Desain Penelitian:

Tabel 2. Desain Data Penelitian Faktorial 3x2

A		B	
		B ₁	B ₂
A	A ₁	A ₁ B ₁	A ₁ B ₂
	A ₂	A ₂ B ₁	A ₂ B ₂
	A ₃	A ₃ B ₁	A ₃ B ₂

Analisis Varian (Anava) Pada Desain Faktorial

Pada contoh judul penelitian di atas dapat dilihat bahwa terdapat 6 sampel yang diambil dari populasi, dari dua variabel bebas, yaitu model pembelajaran (A) dan Media Pembelajaran (B), dan satu variabel terikat, yaitu hasil belajar siswa. Terdapat 3 jenis perlakuan pada Faktor A, yaitu A₁, A₂, dan A₃ dan 2 jenis perlakuan pada Faktor

B, yaitu B_1 dan B_2 atau terdapat 6 kelompok sampel, yaitu A_1B_1 , A_2B_1 , A_3B_1 , A_1B_2 , A_2B_2 , A_3B_2 ,

Kemampuan awal pada tiap sampel diyakinkan relatif sama. Selanjutnya peneliti akan menguji apakah ada perbedaan efek/pengaruh dari 6 jenis perlakuan terhadap hasil belajar siswa. Peneliti menggunakan rata-rata nilai dari masing-masing sampel setelah dilakukan uji eksperimen. Peneliti menggunakan uji statistik yang tepat untuk mengukur dalam usaha mengambil kesimpulan yang tepat.

Statistik uji beda rataaan yang digunakan untuk k -populasi, yaitu Analisis Variansi. Populasi-populasi pada Analisis Variansi merupakan sub-sub populasi dari populasi penelitian. Hanya jenis penelitian yang memenuhi persyaratan analisis yang dapat dianalisis dengan Analisis Variansi, seperti:

- ✓ Setiap sampel diambil secara random dari populasinya
- ✓ Masing-masing populasi saling independen dan masing-masing data amatan saling independen di dalam kelompoknya
- ✓ Setiap populasi berdistribusi normal (Sifat Normalitas Populasi)
- ✓ Populasi-populasi mempunyai variansi yang sama (Sifat Homogenitas Variansi Populasi) (Budiyono, 2004).

Model Analisis Varian (Anava)

Terdapat 3 model tabel anava yang akan disajikan yang merupakan cuplikan dari materi buku ajar oleh Tim Penulsi (Nely dkk, 2018).

Desain Faktorial 1 Faktor

Tabel 3. Tabel Anava Ulangan Sama

Sumber Variansi (SV)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Total (KT)	F hitung
Perlakuan (P)	$t - 1$	JKP	KTP	$\frac{KTP}{KTG}$
Galat (G)	$t(r - 1)$	JKG	KTG	
Total (T)	$tr - 1$	JKT		

** $r_1 = r_2 = r_3 = \dots = r_t = r$

** kriteria keputusan:

$$H_0 \text{ ditolak jika } F_{hitung} > F_{tabel} = F_{\alpha(t-1; t(r-1))}$$

Tabel 4. Tabel Anova Ulangan Tidak Sama

SV	d.b.	JK	KT	F hitung
Perlakuan	$t - 1$	JKP	KTP	$\frac{KTP}{KTG}$
Galat	$\sum (r_{i-1})$	JKG	KTG	
Total	$\sum r_{i-1}$	JKT		

** $r_1 \neq r_2 \neq r_3 \neq \dots \neq r$

** Kriteria keputusan :

$$H_0 \text{ ditolak jika } F_{hitung} > F_{tabel} = F_{\alpha(t-1; \sum(r_{i-1}))}$$

Desain Faktorial 2 Faktor

Tabel 5. Tabel Anava Dua Jalan Ukuran Sel Sama

SV	d.b.	JK	KT	F hitung	SV
Baris (A)	a-1	JKA	$KTA = \frac{JKA}{db(A)}$	$F_A = \frac{KTA}{KTG}$	F_{tabel}
Kolom (B)	b-1	JKB	$KTB = \frac{JKB}{db(B)}$	$F_B = \frac{KTB}{KTG}$	F_{tabel}
Interaksi (AB)	(a-1)(b-1)	JKAB	$KTAB = \frac{JKAB}{db(AB)}$	$F_{AB} = \frac{KTAB}{KTG}$	F_{tabel}
Galat (G)	(r-1) ab	JKG	$KTG = \frac{JKG}{db(G)}$	-	-
Total	abr-1	JKT	-	-	-

Desain Faktorial 3 Faktor

Tabel 6. Tabel Anava (desain faktorial 3 faktor)

Sumber Variansi (SV)	Jumlah Kuadrat (JK)	db	RK	F_{obs}	F_{tabel}
A	JKA	a - 1	RKA	F_a	F_{tabel}
B	JKB	b - 1	RKB	F_b	F_{tabel}
C	JKC	c - 1	RKC	F_c	F_{tabel}
AB	JKAB	(a - 1)(b - 1)	RKAB	F_{ab}	F_{tabel}
AC	JKAC	(a - 1)(c - 1)	RKAC	F_{ac}	F_{tabel}
BC	JKBC	(b - 1)(c - 1)	RKBC	F_{bc}	F_{tabel}

Sumber Variansi (SV)	Jumlah Kuadrat (JK)	db	RK	F_{obs}	F_{tabel}
<i>ABC</i>	<i>JKABC</i>	$(a - 1)(b - 1)(c - 1)$	RKABC	F_{abc}	F_{tabel}
<i>Galat (G)</i>	JKG	$N - abc$	RKG	-	-
Total	JKT	$N - 1$	-	-	-

BAB IV

VARIASI MODEL ANAVA UNTUK DESAIN FAKTORIAL EMPAT FAKTOR

Bab IV ini merupakan rangkuman dari prosiding yang dipaparkan pada seminar nasional oleh tim penulis buku ini sebagai hasil penelitian dasar tahun pertama dengan judul “Model Anava Untuk Desain Faktorial Empat Faktor” (Tisngati dkk, 2018).

Terdapat 4 faktor utama yang menjadi fokus penelitian ini untuk rancangan desain faktorial. Misal, ditentukan 4 faktor (variabel) yang menyusun diagram blok yaitu, faktor A, B, C, dan D. Selanjutnya dapat ditentukan kombinasi model dengan pemilihan faktor itu acak dan atau tetap sebagai berikut:

- ✓ Model 1. Faktor A B C D semua acak
- ✓ Model 2. Faktor A B C D semua Tetap
- ✓ Model 3. Faktor A B C acak & D tetap
- ✓ Model 4. Faktor A B D acak & C tetap
- ✓ Model 5. Faktor A C D acak & B tetap
- ✓ Model 6. Faktor B C D acak & A tetap
- ✓ Model 7. Faktor A B Acak & C D Tetap
- ✓ Model 8. Faktor A C acak & B D tetap
- ✓ Model 9. Faktor B C acak & A D tetap
- ✓ Model 10. Faktor A D acak & B C tetap
- ✓ Model 11. Faktor B D acak & A C tetap
- ✓ Model 12. Faktor C D acak & A B tetap
- ✓ Model 13. Faktor A acak & B C D tetap
- ✓ Model 14. Faktor B acak & A C D tetap
- ✓ Model 15. Faktor C acak & A B D tetap

Berikut ini akan ditunjukkan variasi diagram blok atau tabel Anava untuk desain faktorial 4 faktor di mana terdapat 3 R untuk setiap sel.

Tabel 7.

Diagram Blok desain faktorial 4 faktor dengan semua faktor interaksi dan R berbeda untuk setiap sel

		A1		A2	
		B1	B2	B1	B2
C1	D1	R1-R3	R4-R6	R7-R9	R10-R12
	D2	R13-R15	R16-R18	R19-R21	R22-R24
C2	D1	R25-R27	R28-R30	R31-R33	R34-R36
	D2	R37-R39	R40-R42	R43-R45	R46-R48

Langkah-langkah menentukan sumber variansi (SV) dengan adalah sebagai berikut:

1. Tuliskan semua kemungkinan calon *SV*
2. Sesuaikan calon *SV* dengan kondisi diagram blok. Dengan melihat terjadi ketersarangan atau tidak
3. Hapus galat yang muncul ganda dengan memilih yang lemah untuk dihilangkan. Misal *R/A* dengan *R/AB*. Maka lebih kuat *R/AB* sehingga *R/A* dihapus. Begitu seterusnya sampai pada galat yang paling mewakili semuanya.
4. Tanda \times *SV* tidak dipakai dan tanda $\sqrt{\text{SV}}$ dipakai

A	√	RA	<u>(R/A)</u>	x
B	√	RB	<u>(R/B)</u>	x
C	√	RC	<u>(R/C)</u>	x
D	√	RD	<u>(R/D)</u>	x
AB	√	RAB	<u>(R/AB)</u>	x
AC	√	RAC	<u>(R/AC)</u>	x
AD	√	RAD	<u>(R/AD)</u>	x
BC	√	RBC	<u>(R/BC)</u>	x
BD	√	RBD	<u>(R/BD)</u>	x
CD	√	RCD	<u>(R/CD)</u>	x
ABC	√	RABC	<u>(R/ABC)</u>	x
ABD	√	RABD	<u>(R/ABD)</u>	x
ACD	√	RACD	<u>(R/ACD)</u>	x
BCD	√	RBCD	<u>(R/BCD)</u>	x
ABCD	√	RABCD	R/ABCD	√

Gambar 2. Menentukan Sumber Variansi (SV)

Berdasarkan hasil di atas, selanjutnya dapat ditentukan SV yang digunakan dalam menyusun tabel ANAVA Hasilnya sebagai berikut:

A, B, C, D, AB, AC, AD, BC, BD, CD, ABC, ABD, ACD, BCD, dan ABCD

Setelah menemukan SV, ini akan dapat digunakan untuk menentukan F_{hitung} . F_{hitung} ditentukan dengan mencari *Expected Values of Mean Square (EMS)*. Apabila terdapat 16 model kombinasi faktor utama, maka selanjutnya peneliti menempuh 16x mencari *EMS* untuk menentukan masing-masing F_{hitung} nya. Hasil 16 model ANAVA

disajikan pada ringkasan Tabel 8 sampai Tabel 15 berikut ini.

Sebelumnya akan diberikan Petunjuk membaca simbol-simbol pada tabel

AB	:	<i>Interaksi A dan B</i>
R	:	<i>Ulangan</i>
R/A	:	<i>R tersarang di A</i>
$R/ABCD$:	<i>R tersarang di ABCD / galat</i>
KT	:	<i>Kuadrat Total</i>

Tabel 8. Ringkasan Tabel Anava Model 1 & 2

SV	Model 1	Model 2
A	-	$F_{hitung}(A) = \frac{KT(A)}{KT(R/ABCD)}$
B	-	$F_{hitung}(B) = \frac{KT(B)}{KT(R/ABCD)}$
C	-	$F_{hitung}(C) = \frac{KT(C)}{KT(R/ABCD)}$
D	-	$F_{hitung}(D) = \frac{KT(D)}{KT(R/ABCD)}$
AB	-	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(R/ABCD)}$
AC	-	$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(R/ABCD)}$
AD	-	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(R/ABCD)}$
BC	-	$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(R/ABCD)}$
BD	-	$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(R/ABCD)}$
CD	-	$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(R/ABCD)}$
ABC	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(R/ABCD)}$
ABD	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(R/ABCD)}$
ACD	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(R/ABCD)}$

SV	Model 1	Model 2
BCD	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(R/ABCD)}$
ABCD	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(ABCD)}$ $= \frac{KT(R/ABCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$
R/ABCD		

Tabel 9. Ringkasan Tabel Anava 3 & 4

SV	Model 3	Model 4
A		
B		
C		
D		
AB	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(ABC)}$	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(ABD)}$
AC	$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(ABC)}$	
AD		$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(ABD)}$
BC	$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(ABC)}$	
BD		$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(ABD)}$
CD		
ABC	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(ABCD)}$
ABD	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(R/ABCD)}$
ACD	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(ABCD)}$
BCD	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(ABCD)}$
ABCD	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$
R/ABCD		

Tabel 10 Ringkasan Tabel Anava 5 & 6

SV	Model 5	Model 6
A		
B		
C		
D		
AB		
AC	$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(ACD)}$	
AD	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(ACD)}$	
BC		$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(BCD)}$
BD		$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(BCD)}$
CD	$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(ACD)}$	$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(BCD)}$
ABC	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(ABCD)}$
ABD	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(ABCD)}$
ACD	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(ABCD)}$
BCD	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(R/ABCD)}$
ABCD	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$
R/ABCD		

Tabel 11 Ringkasan Tabel Anava 7 & 8

SV	Model 7	Model 8
A	$F_{hitung}(A) = \frac{KT(A)}{KT(AB)}$	$F_{hitung}(A) = \frac{KT(A)}{KT(AC)}$
B	$F_{hitung}(B) = \frac{KT(B)}{KT(AB)}$	

SV	Model 7	Model 8
C		$F_{hitung}(C) = \frac{KT(C)}{KT(AC)}$
D		
AB	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(ABC)}$
AC	$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(ABC)}$	$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(R/ABCD)}$
AD	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(ABD)}$	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(ACD)}$
BC	$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(ABC)}$	$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(ABC)}$
BD	$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(ABD)}$	
CD		$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(ACD)}$
ABC	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(R/ABCD)}$
ABD	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(ABC)}$
ACD	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(ABC)}$	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(R/ABCD)}$
BCD	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(ABC)}$	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(ABC)}$
ABCD	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$
R/ABCD		

Tabel 12 Ringkasan Tabel Anava 9 & 10

SV	Model 9	Model 10
A		$F_{hitung}(A) = \frac{KT(A)}{KT(AD)}$
B	$F_{hitung}(B) = \frac{KT(B)}{KT(BC)}$	
C	$F_{hitung}(C) = \frac{KT(C)}{KT(BC)}$	
D		$F_{hitung}(D) = \frac{KT(D)}{KT(AD)}$
AB	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(ABC)}$	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(ABD)}$
AC	$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(ABC)}$	$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(ACD)}$

SV	Model 9	Model 10
AD	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(R/ABCD)}$
BC	$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(R/ABCD)}$	
BD	$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(BCD)}$	$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(ABD)}$
CD	$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(BCD)}$	$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(ACD)}$
ABC	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(ABCD)}$
ABD	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(R/ABCD)}$
ACD	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(R/ABCD)}$
BCD	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(ABCD)}$
ABCD	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$
R/ABC		
D		

Tabel 13. Ringkasan Tabel Anava 11 & 12

SV	Model 11	Model 12
A		
B	$F_{hitung}(B) = \frac{KT(B)}{KT(BD)}$	
C		$F_{hitung}(C) = \frac{KT(C)}{KT(CD)}$
D	$F_{hitung}(D) = \frac{KT(D)}{KT(BD)}$	$F_{hitung}(D) = \frac{KT(D)}{KT(CD)}$
AB	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(ABD)}$	
AC		$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(ACD)}$
AD	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(ABD)}$	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(ACD)}$
BC	$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(BCD)}$	$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(BCD)}$
BD	$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(BCD)}$
CD	$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(BCD)}$	$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(R/ABCD)}$

SV	Model 11	Model 12
ABC	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(ABCD)}$
ABD	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(ABCD)}$ $= \frac{KT(R/ABCD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(ABCD)}$
ACD	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(R/ABCD)}$
BCD	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(BCD)}$ $= \frac{KT(R/ABCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(R/ABCD)}$
ABCD	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(ABCD)}$ $= \frac{KT(R/ABCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$
R/ABCD		

Tabel 14 Ringkasan Tabel Anava 13 & 14

SV	Model 13	Model 14
A	$F_{hitung}(A) = \frac{KT(A)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(A) = \frac{KT(A)}{KT(AB)}$
B	$F_{hitung}(B) = \frac{KT(B)}{KT(AB)}$	$F_{hitung}(B) = \frac{KT(B)}{KT(R/ABCD)}$
C	$F_{hitung}(C) = \frac{KT(C)}{KT(AC)}$	$F_{hitung}(C) = \frac{KT(C)}{KT(BC)}$
D	$F_{hitung}(D) = \frac{KT(D)}{KT(AD)}$	$F_{hitung}(D) = \frac{KT(D)}{KT(BD)}$
AB	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(AB)}$
AC	$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(ABC)}$
AD	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(ABD)}$
BC	$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(ABC)}$	$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(R/ABCD)}$
BD	$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(ABD)}$	$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(R/ABCD)}$
CD	$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(ACD)}$	$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(BCD)}$
ABC	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(R/ABCD)}$

SV	Model 13	Model 14
ABD	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(R/ABCD)}$
ACD	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(ABCD)}$
BCD	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(R/ABCD)}$
ABCD	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$
R/ABCD		

Tabel 15 Ringkasan Tabel Anava 15 & 16

SV	Model 15	Model 16
A	$F_{hitung}(A) = \frac{KT(A)}{KT(AC)}$	$F_{hitung}(A) = \frac{KT(A)}{KT(AD)}$
B	$F_{hitung}(B) = \frac{KT(B)}{KT(BC)}$	$F_{hitung}(B) = \frac{KT(B)}{KT(BD)}$
C	$F_{hitung}(C) = \frac{KT(C)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(C) = \frac{KT(C)}{KT(CD)}$
D	$F_{hitung}(D) = \frac{KT(D)}{KT(CD)}$	$F_{hitung}(D) = \frac{KT(D)}{KT(R/ABCD)}$
AB	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(ABC)}$	$F_{hitung}(AB) = \frac{KT(AB)}{KT(ABD)}$
AC	$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(AC) = \frac{KT(AC)}{KT(ACD)}$
AD	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(ACD)}$	$F_{hitung}(AD) = \frac{KT(AD)}{KT(R/ABCD)}$
BC	$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(BC) = \frac{KT(BC)}{KT(BCD)}$
BD	$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(BCD)}$	$F_{hitung}(BD) = \frac{KT(BD)}{KT(R/ABCD)}$
CD	$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(CD) = \frac{KT(CD)}{KT(R/ABCD)}$
ABC	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABC) = \frac{KT(ABC)}{KT(ABCD)}$
ABD	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(ABCD)}$	$F_{hitung}(ABD) = \frac{KT(ABD)}{KT(R/ABCD)}$

SV	Model 15	Model 16
ACD	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ACD) = \frac{KT(ACD)}{KT(R/ABCD)}$
BCD	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(BCD) = \frac{KT(BCD)}{KT(R/ABCD)}$
ABCD	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$	$F_{hitung}(ABCD) = \frac{KT(ABCD)}{KT(R/ABCD)}$
R/ABCD		

Analisis:

Hasil dari 16 model tabel Anava untuk desain faktorial 4 faktor di atas menunjukkan *SV* yang sama namun memiliki *F hitung* dan *F tabel* yang berbeda. Ini karena hasil *EMS* yang berbeda-beda. Artinya, jika peneliti memilih diagram blok atau desain penelitian yang sama namun di antara mereka berbeda dalam hal menentukan faktor utama acak dan tetap maka kondisi ini berdampak terhadap kesimpulan yang berbeda pada hasil penelitian. Dapat dikatakan bahwa *EMS* yang berbeda maka dapat mengakibatkan *F hitung* dan *F tabel* yang berbeda pula.

BAB V

DESAIN EMPAT FAKTOR DENGAN MODEL TETAP PADA RANCANGAN ACAK LENGKAP (RAL)

Bab V ini sebagai ulasan dari hasil penelitian yang dipublikasikan pada prosiding (Tisngati dkk, 2019) yang berjudul *Four factors experiments for fixed models in completely randomized design*.

Metode

Terdapat empat faktor perlakuan yang diberikan pada setiap unit percobaan. Misalkan faktor pertama adalah faktor A dengan taraf sebanyak i , faktor kedua adalah faktor B dengan taraf sebanyak j , faktor ketiga adalah faktor C dengan taraf sebanyak k , dan faktor keempat adalah faktor D dengan taraf sebanyak l . Kombinasi empat perlakuan diberikan pada n independent subjek pada setiap kombinasi perlakuan. Selanjutnya akan dilihat kombinasi perlakuan, dengan bagan dan layout nya berikut ini.

Kombinasi perlakuan:

- | | | | |
|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 1. $A_1B_1C_1D_1$ | 5. $A_1B_2C_1D_1$ | 9. $A_2B_1C_1D_1$ | 13. $A_2B_2C_1D_1$ |
| 2. $A_1B_1C_1D_2$ | 6. $A_1B_2C_1D_2$ | 10. $A_2B_1C_1D_2$ | 14. $A_2B_2C_1D_2$ |
| 3. $A_1B_1C_2D_1$ | 7. $A_1B_2C_2D_1$ | 11. $A_2B_1C_2D_1$ | 15. $A_2B_2C_2D_1$ |
| 4. $A_1B_1C_2D_2$ | 8. $A_1B_2C_2D_2$ | 12. $A_2B_1C_2D_2$ | 16. $A_2B_2C_2D_2$ |

Bagan percobaan

Bagan berikut ini digambarkan pengacakan kombinasi perlakuan dalam penelitian di mana kombinasi perlakuan mendapat ulangan sebanyak tiga kali.

Tabel 16. Kombinasi perlakuan pada RAL 4 faktor

1 A ₁ B ₁ C ₁ D ₁	2 A ₁ B ₁ C ₂ D ₂	3 A ₁ B ₁ C ₁ D ₂	4 A ₁ B ₂ C ₁ D ₁
5 A ₁ B ₂ C ₂ D ₁	6 A ₁ B ₁ C ₂ D ₁	7 A ₂ B ₁ C ₁ D ₁	8 A ₁ B ₂ C ₁ D ₂
9 A ₂ B ₁ C ₂ D ₁	10 A ₂ B ₂ C ₁ D ₁	11 A ₂ B ₁ C ₁ D ₁	12 A ₂ B ₂ C ₂ D ₁
13 A ₁ B ₂ C ₂ D ₁	14 A ₂ B ₂ C ₁ D ₁	15 A ₂ B ₁ C ₂ D ₂	16 A ₂ B ₂ C ₁ D ₂
17 A ₂ B ₂ C ₁ D ₂	18 A ₁ B ₁ C ₂ D ₁	19 A ₂ B ₁ C ₂ D ₁	20 A ₁ B ₁ C ₁ D ₁
21 A ₂ B ₁ C ₁ D ₁	22 A ₂ B ₂ C ₂ D ₁	23 A ₁ B ₁ C ₁ D ₂	24 A ₂ B ₂ C ₂ D ₁
25 A ₁ B ₁ C ₁ D ₂	26 A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	27 A ₁ B ₂ C ₁ D ₁	28 A ₁ B ₂ C ₁ D ₂
29 A ₁ B ₁ C ₂ D ₂	30 A ₁ B ₂ C ₂ D ₁	31 A ₂ B ₁ C ₂ D ₂	32 A ₂ B ₁ C ₁ D ₂
33 A ₂ B ₂ C ₂ D ₁	34 A ₁ B ₂ C ₁ D ₂	35 A ₁ B ₂ C ₂ D ₁	36 A ₁ B ₁ C ₂ D ₁
37 A ₂ B ₁ C ₂ D ₁	38 A ₂ B ₂ C ₂ D ₁	39 A ₁ B ₁ C ₁ D ₁	40 A ₂ B ₂ C ₁ D ₁
41 A ₂ B ₂ C ₁ D ₂	42 A ₂ B ₁ C ₂ D ₂	43 A ₁ B ₁ C ₂ D ₂	44 A ₁ B ₂ C ₂ D ₁
45 A ₁ B ₂ C ₁ D ₁	46 A ₂ B ₂ C ₂ D ₁	47 A ₁ B ₂ C ₂ D ₁	48 A ₂ B ₁ C ₁ D ₂

Layout Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 Faktor

Tabel 17. Layout Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 Faktor

		A1				A2				...	A _i			
		B1	B2	...	B _j	B1	B2	...	B _j	...	B1	B2	...	B _j
C1	D1	Y ₁₁₁₁	Y ₁₂₁₁	...	Y _{1j11}	Y ₂₁₁₁	Y ₂₂₁₁	...	Y _{2j11}	...	Y _{i111}	Y _{i211}	...	Y _{ij11}
	D2	Y ₁₁₁₂	Y ₁₂₁₂	...	Y _{1j12}	Y ₂₁₁₂	Y ₂₂₁₂	...	Y _{2j12}	...	Y _{i112}	Y _{i212}	...	Y _{ij12}

	D _l	Y _{111l}	Y _{121l}	...	Y _{1jl}	Y _{211l}	Y _{221l}	...	Y _{2jl}	...	Y _{i11l}	Y _{i21l}	...	Y _{ij1l}
C2	D1	Y ₁₁₂₁	Y ₁₂₂₁	...	Y _{1j21}	Y ₂₁₂₁	Y ₂₂₂₁	...	Y _{2j21}	...	Y _{i121}	Y _{i221}	...	Y _{ij21}
	D2	Y ₁₁₂₂	Y ₁₂₂₂	...	Y _{1j22}	Y ₂₁₂₂	Y ₂₂₂₂	...	Y _{2j22}	...	Y _{i122}	Y _{i222}	...	Y _{ij22}

	D _l	Y _{112l}	Y _{122l}	...	Y _{1j2l}	Y _{212l}	Y _{222l}	...	Y _{2j2l}	...	Y _{i12l}	Y _{i22l}	...	Y _{ij2l}
...	
C _k	D1	Y _{11k1}	Y _{12k1}	...	Y _{1jk1}	Y _{21k1}	Y _{22k1}	...	Y _{2jk1}	...	Y _{i1k1}	Y _{i2k1}	...	Y _{ijk1}
	D2	Y _{11k2}	Y _{12k2}	...	Y _{1jk2}	Y _{21k2}	Y _{22k2}	...	Y _{2jk2}	...	Y _{i1k2}	Y _{i2k2}	...	Y _{ijk2}

	D _l	Y _{11kl}	Y _{12kl}	...	Y _{1jkl}	Y _{21kl}	Y _{22kl}	...	Y _{2jkl}	...	Y _{i1kl}	Y _{i2kl}	...	Y _{ijkl}

Diagram blok RAL 4 faktor dengan ulangan sama

Diagram blok ini menunjukkan 48 unit percobaan pada 2 taraf faktor A, 2 taraf faktor B, dan 2 taraf faktor C, dan 2 taraf faktor D. Pada setiap kombinasi perlakuan terdapat tiga unit percobaan atau 3 subjek.

Tabel 18. Diagram blok RAL 4 faktor dengan ulangan sama

		A1		A2	
		B1	B2	B1	B2
C1	D1	R1-R3	R4-R6	R7-R9	R10-R12
	D2	R13-R15	R16-R18	R19-R21	R22-R24
C2	D1	R25-R27	R28-R30	R31-R33	R34-R36
	D2	R37-R39	R40-R42	R43-R45	R46-R48

Tabel 19. Tabel Anava: Desain Faktorial Empat Faktor $2 \times 2 \times 2 \times 2$ dengan Model Tetap Pada Rancangan Acak Lengkap

SV	<i>d.b</i>	<i>F</i>	<i>F_{tabel}</i>
A	$a - 1$	$F(A) = \frac{MSA}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(A); db(R/ABCD)}$
B	$b - 1$	$F(B) = \frac{KTB}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(B); db(R/ABCD)}$
C	$c - 1$	$F(C) = \frac{KTC}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(C); db(R/ABCD)}$
D	$d - 1$	$F(D) = \frac{MSD}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(D); db(R/ABCD)}$
AB	$(a - 1)(b - 1)$	$F(AB) = \frac{MSAB}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(AB); db(R/ABCD)}$
AC	$(a - 1)(c - 1)$	$F(AC) = \frac{MSAC}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(AC); db(R/ABCD)}$

<i>SV</i>	<i>db</i>	<i>F</i>	<i>F_{tabel}</i>
<i>AD</i>	$(a - 1)(d - 1)$	$F(AD) = \frac{MSAD}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(AD); db(R/ABCD)}$
<i>BC</i>	$(b - 1)(c - 1)$	$F(BC) = \frac{MSBC}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(BC); db(R/ABCD)}$
<i>BD</i>	$(b - 1)(d - 1)$	$F(BD) = \frac{MSBD}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(BD); db(R/ABCD)}$
<i>CD</i>	$(c - 1)(d - 1)$	$F(CD) = \frac{MSCD}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(CD); db(R/ABCD)}$
<i>ABC</i>	$(a - 1)(b - 1)(c - 1)$	$F(ABC) = \frac{MSABC}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(ABC); db(R/ABCD)}$
<i>ABD</i>	$(a - 1)(b - 1)(d - 1)$	$F(ABD) = \frac{MSABD}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(ABD); db(R/ABCD)}$
<i>ACD</i>	$(a - 1)(c - 1)(d - 1)$	$F(ACD) = \frac{MSACD}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(ACD); db(R/ABCD)}$
<i>BCD</i>	$(b - 1)(c - 1)(d - 1)$	$F(BCD) = \frac{MSBCD}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(BCD); db(R/ABCD)}$
<i>ABCD</i>	$(a - 1)(b - 1)(c - 1)(d - 1)$	$F(ABCD) = \frac{MSABCD}{MSR/ABCD}$	$F_{\alpha; db(ABCD); db(R/ABCD)}$
<i>R/ABCD</i>	$(r - 1)abcd$		
<i>Total</i>	$abcdr - 1$		

PENUTUP

Berdasarkan hasil pengumpulan data maka dapat disimpulkan bahwa Terdapat model tetap, model acak, dan model campuran yang dapat dikembangkan dalam desain faktorial 4 faktor. Kombinasi dari faktor-faktor yang ada (ABCD) mencakup 16 kemungkinan, yaitu: *Model 1*. Faktor *A B C D* semua acak, *Model 2*. Faktor *A B C D* semua Tetap, *Model 3*. Faktor *A B C* acak & *D* tetap, *Model 4*. Faktor *A B D* acak & *C* tetap, *Model 5*. Faktor *A C D* acak & *B* tetap, *Model 6*. Faktor *B C D* acak & *A* tetap, *Model 7*. Faktor *A B* Acak & *C D* Tetap, *Model 8*. Faktor *A C* acak & *B D* tetap, *Model 9*. Faktor *B C* acak & *A D* tetap, *Model 10*. Faktor *A D* acak & *B C* tetap, *Model 11*. Faktor *B D* acak & *A C* tetap, *Model 12*. Faktor *C D* acak & *A B* tetap, *Model 13*. Faktor *A* acak & *B C D* tetap, *Model 14*. Faktor *B* acak & *A C D* tetap, *Model 15*. Faktor *C* acak & *A B D* tetap, *Model 16*. Faktor *D* acak & *A B C* tetap

DAFTAR PUSTAKA

- Arifianto S, Fachrun, dkk. (2013). *Identifikasi Faktor Signifikan pada Rancangan Faktorial Fraksional 2^{k-p}* . Jurnal Matematika, Statistika, & Komputasi vol. 9 No. 2 hal. 1-13.
- Budiyono. 2004. *Statistika untuk Penelitian*. Surakarta : Sebelas Maret University Press
- Borkowski, John. (2015). *Experimental Design*. Bozeman. Montana State University
- Hanafiah, Kemas Ali. (2011). *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada
- Meifiani, Nely Indra & Purnomo Susanto, Hari. (2016). Analisis Kesulitan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Kasus Rancangan Percobaan. *Derivat* vol 3 No 2. hal 68-75.
- Meifiani, Nely Indra, dkk (2018). *Desan Faktorial: Buku Penunjang Rancangan Percobaan*. Pacitan: LPPM Press
- Kirk, Roger E. (1995) *Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences (3rd edn.)*. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- Lane, David M. (2013). *Analysis of Three-factor Designs*. USA. Rice University
- Mattjik, Ahmad Ansori & Sumertajaya, Made. (2013). *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor. IPB Press
- Montgomery, Douglas C. (2009). *Design and Analysis of Experiments*. United State of America. John Wiley & Sons

- Nkuzinna, Ogonna Chris. (2014). *Application of Factorial Design of Experiment for Optimization of Inhibition Effect of Acid Extract of Gnetum Africana on Copper Corrosion*. Natural Resources vol 5 hal 299-307.
- Santosa, Singgih. (2010). *Kupas Tutas Riset Eksperimen*. Jakarta. PT Alex Media Komputindo
- Shaw, Robert, dkk. (2015). *Use of Factorial Designs to Optimize Animal Experiments and Reduce Animal Use*. Ilar journal vol 43 no 4 hal. 223- 23
- Tisngati, dkk. (2018). Model-Model Anava Untuk Desain Faktorial Empat Faktor. *Prosiding Hasil Penelitian dan Abdimas Tahun 2018*. Pacitan: LPPM STKIP PGRI Pacitan
- Tisngati, dkk. (2019). Four factors experiments for fixed models in completely randomized design. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1175,1-9. doi: 10.1088/1742-6596/1175/1/012152
- Tisngati, dkk. 2018. MODEL-MODEL ANAVA UNTUK DESAIN FAKTORIAL EMPAT FAKTOR. *Prosiding Hasil Penelitian dan Abdimas Tahun 2018*. Pacitan: LPPM STKIP PGRI Pacitan
- Trochim, W.M.K. (2006). *Factorial Designs*. <https://socialresearchmethods.net/kb/expfact.php>
- Zahran, Alyaa Roshdy. (2013). *Two-Level Factorial Design with Circular Response: Model and Analysis*. Journal of Data Science 11 hal.415-432.

Biodata Penulis



Urip Tisngati, M.Pd

Penulis merupakan Pendidik di STKIP PGRI Pacitan pada Prodi Pendidikan Matematika (sejak 2006) dan sejak 2015 pindah *homebase* Prodi PGSD. Penulis lulus S-1 Prodi Pendidikan Matematika (STKIP PGRI Pacitan-2004), S-2 Prodi Pendidikan Matematika (UNS-2011), dan sejak 2016 sedang menempuh studi lanjut S-3 pada Prodi Ilmu Pendidikan Konsentrasi Pendidikan Matematika (UNY). Sejak tahun 2011 penulis melakukan penelitian dan pengabdian, baik dana mandiri, Damandiri, Pemda, hibah internal, maupun hibah Dikti. Penelitian didanai Dikti berupa PDP-2x dan PDU-PT tahun 2018. Pada bidang PkM, didanai Dikti berupa IbM, KKN-PPM-3x, IbW-2x. Penulis aktif menjadi peserta/ pemakalah temu ilmiah, seperti seminar nasional dan internasional, workshop, konferensi, diskusi ilmiah sejak tahun 2012. Sejak tahun 2011, menulis artikel ilmiah dipublikasi di jurnal nasional ber ISSN, serta menghasilkan 5 buku ber-ISBN, yaitu” Implementasi Strategi Pembelajaran TTW Terintegrasi *Problem Possing*” (Nuha Medika Yogyakarta, 2014); “Studi Terhadap Pola Asuh Orang Tua, Kecemasan, dan Kepercayaan Diri” (Nuha Medika Yogyakarta, 2014) bersama Nely Indra Meifiani; “Pedoman Pelaksanaan Kuliah Kerja Nyata Pembelajaran Pemberdayaan

	<p>Masyarakat (KKN-PPM) STKIP PGRI Pacitan Tahun 2016” (LPPM Press STKIP PGRI Pacitan, 2016), “Pemberdayaan Masyarakat melalui Revitalisasi Potensi Sumber Daya Manusia pada Bidang Kesehatan, Ekonomi Kewirausahaan, dan Kebencanaan” (Dialektika, Yogyakarta, 2016), “Pengembangan Kurikulum Pendidikan Matematika” (Media Akademi, Yogyakarta, 2018),” Desain Faktorial : Buku Penunjang Rancangan Percobaan” (LPPM Press, 2018)”. Korespondensi penulis pada surel: ifedeoer@gmail.com atau uriptisngati@gmail.com Aktivitas penulis dapat dilihat pada link: http://ifedeoer.blogspot.com/ dan http://urip-tisngati.blogspot.com/</p>
	<p>Dra. Martini, M.Pd. Penulis Lahir di Pacitan pada tahun 1965, menyelesaikan S-1 Prodi PPKn (IKIP PGRI Surabaya, 1991), S-2 Prodi PIPS (Univ. Kanjuruhan Malang, 2011). Penulis menjadi dosen tetap di STKIP PGRI Pacitan sejak 1991, menjadi pustakawan, Kaprodi Pendidikan Sejarah (2010-2016), Kabiro Kepegawaian (2017-sekarang). Penulis telah mendapat hibah dari Dikti berupa Penelitian Dosen Pemula (2014-2015), PDU-PT (2018), hibah pengabdian berupa Ipteks Bagi Masyarakat (2015). Penulis aktif mengikuti seminar, workshop tingkat nasional dan internasional, serta aktif mengikuti asosiasi profesi ASPENSI dan MSI Jawa Timur. Buku ber-ISBN</p>

yang telah dihasilkan 3, yaitu “Pacitan Berjuang (Perjuangan di Pacitan dalam Perang Kemerdekaan tahun 1945-1949”, Nuha Litera, Yogyakarta 2012); “Model Pembelajaran Gotong Royong Teknik Berkirim Salam dan Soal” (Nuha Medika, Yogyakarta, 2014); “Pemanfaatan Budaya Lokal Kabupaten Pacitan sebagai Sumber Belajar” (Oase Pustaka, Surakarta, 2014), “Desain Faktorial : Buku Penunjang Rancangan Percobaan” (LPPM Press, 2018)”. Alamat surel: uing65@gmail.com



Nely Indra Meifiani, S.Si., M.Pd.

Penulis adalah Dosen Program Studi Pendidikan Matematika di STKIP PGRI Pacitan sejak 2009 sampai saat ini 2018. Lulusan S1 Matematika UNY tahun 2008. Lulusan S2 Pendidikan Matematika UNY 2012. Saat ini Penulis konsentrasi kepakaran bidang Statistika. Pengampu mata kuliah Statistika Lanjut, Teori Peluang, Rancangan Percobaan, dan Statistika Non Parametrik. Sejak tahun 2012 Peneliti Aktif menjalankan Tri Dharma Perguruan Tinggi. Peneliti aktif dalam penelitian dan pengabdian baik mandiri, hibah internal, Pemda, maupun hibah dikti. peneliti Lolos Hibah dikti sejak tahun 2014. Yaitu PDP, KKN-PPM, dan PDU-PT. Penulis mulai aktif menulis artikel ilmiah yang dipublikasikan di jurnal nasional ber ISSN, menjadi peserta/pemakalah temu ilmiah, seperti seminar nasional dan internasional, workshop, konferensi, diskusi ilmiah sejak tahun

	<p>2012. penulis telah menghasilkan 4 buku ber-ISBN, yaitu “Pemberdayaan Masyarakat melalui Revitalisasi Potensi Sumber Daya Manusia pada Bidang Kesehatan, Ekonomi, Kewirausahaan, dan Kebencanaan” (Dialektika, Yogyakarta, 2016), “Teori Peluang” (Oase Pustaka Surakarta, 2015), “Studi Terhadap Pola Asuh Orang Tua, Kecemasan, dan Kepercayaan Diri” (Nuha Medika Yogyakarta, 2014), “Desain Faktorial : Buku Penunjang Rancangan Percobaan” (LPPM Press, 2018)”. Selain itu peneliti adalah Relawan BPBD dalam bidang sosialisasi tentang kebencanaan di Lingkungan Sekolah dan Masyarakat.</p>
	<p>Dwi Cahyani Nur Apriyani, M.Pd. menjadi Pendidik di Program Studi Pendidikan Matematika STKIP PGRI Pacitan sejak tahun 2011. Menamatkan sekolah di Kabupaten Pacitan dan memperoleh gelar S-1 Pendidikan Matematika dari Universitas Negeri Semarang pada tahun 2008. Pada tahun 2012 memperoleh gelar S-2 Pendidikan Matematika dari Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta dan saat ini sedang menempuh Pendidikan Doktorat pada Program Studi Ilmu Pendidikan di Universitas Negeri Yogyakarta. Selain melakukan kegiatan mengajar, penulis aktif melakukan penelitian dan pengabdian baik. Penulis juga senantiasa aktif mengikuti kegiatan ilmiah baik sebagai</p>

	<p>pemakalah dalam seminar nasional dan internasional, maupun sebagai penulis artikel pada jurnal ilmiah. Penulis telah menghasilkan buku ber-ISBN, yaitu “Desain Faktorial: Buku Penunjang Rancangan Percobaan” (LPPM Press, 2018)”. Untuk korespondensi dengan penulis dapat melalui surel yaa_latiif@yahoo.com</p>
--	---

Variasi Model Anava untuk Desain Faktorial Empat Faktor

Percobaan faktorial mempunyai ciri-ciri, yaitu perlakuan yang merupakan komposisi dari semua kemungkinan kombinasi dari taraf-taraf dua faktor atau lebih. Oleh karena itu istilah faktorial lebih mengarahkan pada perlakuan-perlakuan itu akan disusun bukan pada bagaimana perlakuan itu ditempatkan pada unit percobaan.

Dalam percobaan faktorial akan diketahui pengaruh bersama (interaksi) terhadap data hasil percobaan. Hasil pengamatan dan pengujian ini akan dijadikan dasar dalam membuat suatu keputusan penelitian. Apalagi kebutuhan para peneliti di lapangan tidak sebatas pada desain faktorial 2 atau 3 faktor. Ini mempertimbangkan bahwa kebutuhan dan permasalahan penelitian yang semakin kompleks dan luas maka dibutuhkan desain faktorial yang bisa menjawab permasalahan tersebut.



DISTRIBUTOR DAN PENERBIT BUKU
PUSTAKA INTERMEDIA
KreasiTiadaHenti

Redaksi: Pilanggede, Balen, Bojonegoro, Jatim
Surel: pustakaintermedia@yahoo.com
Narahubung: 085232841193
Laman: www.pustakaintermedia.co.id

 pustakaintermedia@yahoo.com

 PustakaIntermedia

 085232841193

ISBN 978-602-5810-65-7

