

SPLIT-SPLIT PLOT DESIGN (SSPD)

Rizki Fatriasi, Dewi Anggraini, Dewi Sri Susanti
*Program Studi Matematika Fakultas MIPA Unlam
Jl. Jend. A. Yani km. 36 Banjarbaru 70714*

ABSTRAK

Split-Split Plot Design (SSPD) adalah perluasan dari *Split Plot Design (SPD)* atau Rancangan Petak Terbagi (RPT) dimana pada SSPD terdapat tambahan anak-anak petak. SSPD menggunakan prinsip yang sama pada RPT sehingga penempatannya diatur agar faktor yang dianggap paling penting ditempatkan pada anak-anak petak, sedangkan faktor yang diasumsikan agak penting dan kurang penting ditempatkan masing-masing pada anak petak dan petak utama. Tujuan penelitian ini adalah menjelaskan ciri-ciri penggunaan dan mengestimasi parameter dari model SSPD.

Kata kunci: *Rancangan percobaan, rancangan petak terbagi, Split-Split Plot Design, metode kuadrat terkecil.*

ABSTRACT

Split-Split Plot Design (SSPD) is an extension of the *Split Plot Design (SPD)* where in SSPD has an additional sub-subplot. SSPD requires the same principles with SPD so the placement of factor is set to be the main plot for a less important factor, the subplot for a more important factor, and the sub-subplot for the most important factor. The purpose of the research is to explain the properties of usage and estimate the parameters of SSPD's model.

Keywords: *Design of experiment, split plot design, split-split plot design, least square method.*

1. PENDAHULUAN

Percobaan merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menemukan jawaban tentang permasalahan yang diteliti melalui suatu pengujian hipotesis. Pelaksanaan percobaan terkadang melibatkan lebih dari satu faktor perlakuan yang dapat mempengaruhi objek penelitian.

Rancangan Petak Terbagi (RPT) merupakan salah satu rancangan khusus dari rancangan faktorial. RPT adalah rancangan percobaan 2 faktor yang salah satu faktor perlakuannya diterapkan secara acak pada petak utama, sedangkan faktor lainnya diterapkan secara acak pada anak petak yang merupakan bagian dalam suatu petak utama. Pengacakannya dilakukan dalam dua tahap. Pertama, pengacakan pada petak utama yang akan menghasilkan galat petak utama. Kedua, pengacakan pada anak petak yang akan menghasilkan galat anak petak.

Split-Split Plot Design (SSPD) merupakan perluasan dari RPT. Pada RPT, percobaan hanya dilakukan dengan 2 faktor sedangkan pada SSPD terdapat lebih dari 2 faktor percobaan. Pada SSPD terdapat petak-petak yang terbagi menjadi petak utama, anak petak dan anak-anak petak. Pengacakannya sama dengan

pengacakan pada RPT, tetapi ditambah dengan pengacakan ketiga, pada anak-anak petak, sehingga selain diperoleh galat petak utama, galat anak-petak juga terdapat galat anak-anak petak. Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini akan mengkaji tentang *SPLIT-SPLIT PLOT DESIGN (SSPD)* yang meliputi ciri-ciri penggunaan dan mengestimasi parameter model SSPD .

2. METODE PENELITIAN

Penelitian bersifat studi literatur, yaitu menjelaskan model dan asumsi, mempelajari pengaruh-pengaruh utama dan interaksi, menunjukkan teknik pengacakan, mengestimasi parameter, menunjukkan pengujian model SSPD dan mengaplikasikannya pada contoh kasus.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Split-Split Plot Design (SSPD)*

Split-Split Plot Design (SSPD) adalah perluasan dari Rancangan Petak Terbagi (RPT) yang terdapat tambahan anak-anak petak. SSPD dapat digunakan untuk percobaan 3 faktor dengan 3 tingkat kepentingan berbeda yang ditempatkan pada petak utama, anak petak, dan anak-anak petak. Faktor A dialokasikan pada petak utama, kemudian anak petak ditempatkan faktor B, dan terakhir faktor C ditempatkan pada anak-anak petak. Penempatannya diatur agar faktor yang dianggap paling penting ditempatkan pada anak-anak petak, yang agak penting pada anak petak, dan yang kurang penting pada petak utama. Pada SSPD, penetapan faktor-faktor penelitian pada petak utama, anak petak dan anak-anak petak dilakukan oleh peneliti berdasarkan: derajat kepentingan faktor-faktor penelitian, derajat kemudahan penerapan perlakuan dan kombinasi keduanya. Model SSPD adalah sebagai berikut.

$$Y_{ijkh} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \gamma_k + (\beta\gamma)_{jk} + (\tau\beta\gamma)_{ijk} + \delta_h + (\beta\delta)_{jh} + (\gamma\delta)_{kh} + (\beta\gamma\delta)_{jkh} + \varepsilon_{ijkh} \quad (3.1)$$

untuk $i=1,2,\dots,r$; $j=1,2,\dots,a$; $k=1,2,\dots,b$; $h=1,2,\dots,c$

dimana:

Y_{ijk} : nilai pengamatan pada kelompok ke-i, faktor A ke-j, faktor B ke-k, dan faktor C ke-h

μ : nilai rata-rata populasi

τ_i : pengaruh kelompok ke-i

β_j : pengaruh faktor A ke-j

$(\tau\beta)_{ij}$: galat petak utama pada kelompok ke-i dan faktor A ke-j atau galat (a)

γ_k : pengaruh faktor B ke-k

$(\beta\gamma)_{jk}$: pengaruh interaksi faktor A ke-j dan faktor B ke-k

$(\tau\beta\gamma)_{ijk}$: galat anak petak pada kelompok ke-i, faktor A ke-j dan taraf ke-k faktor B ke-k, atau galat (b).

δ_h : pengaruh faktor C ke-h.

$(\beta\delta)_{jh}$: pengaruh interaksi faktor A ke-j dan faktor C ke-h.

$(\gamma\delta)_{kh}$: pengaruh interaksi faktor B ke-k dan faktor C ke-h.

$(\beta\gamma\delta)_{jkh}$: pengaruh interaksi faktor A ke-j, faktor B ke-k, dan faktor C ke-h.

ε_{ijkh} : galat anak-anak petak pada kelompok ke-i, faktor A ke-j, faktor B ke-k, dan faktor C ke-h, atau galat (c).

(Islam *et al.*, 2000).

Hipotesis yang diuji pada model SSPD yaitu :

Pengaruh kelompok :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_r = 0$$

yang berarti tidak ada pengaruh kelompok terhadap respon yang diamati.

$$H_1 : \text{minimal ada satu } i \text{ dimana } \tau_i \neq 0, i = 1, 2, \dots, r$$

yang berarti ada pengaruh kelompok terhadap respon yang diamati.

Pengaruh petak utama (faktor A) :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_a = 0$$

yang berarti tidak ada pengaruh faktor A terhadap respon yang diamati.

$$H_1 : \text{minimal ada satu } j \text{ dimana } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, a$$

yang berarti ada pengaruh faktor A terhadap respon yang diamati.

Pengaruh anak petak (faktor B) :

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_b = 0$$

yang berarti tidak ada pengaruh faktor B terhadap respon yang diamati.

$$H_1 : \text{minimal ada satu } k \text{ dimana } \gamma_k \neq 0, k = 1, 2, \dots, b$$

yang berarti ada pengaruh faktor B terhadap respon yang diamati.

Pengaruh anak-anak petak (faktor C) :

$$H_0 : \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_c = 0$$

yang berarti tidak ada pengaruh faktor C terhadap respon yang diamati.

$$H_1 : \text{minimal ada satu } h \text{ dimana } \delta_h \neq 0, h = 1, 2, \dots, c$$

yang berarti ada pengaruh faktor C terhadap respon yang diamati.

Pengaruh interaksi faktor A dengan faktor B :

$$H_0 : (\beta\gamma)_{11} = (\beta\gamma)_{12} = \dots = (\beta\gamma)_{ab} = 0,$$

yang berarti tidak ada pengaruh interaksi faktor A dan B terhadap respon yang diamati.

H_1 : minimal ada sepasang (j,k) dimana $(\beta\gamma)_{jk} \neq 0$, $j=1,2,\dots,a$ dan $k=1,2,\dots,b$ berarti ada pengaruh interaksi faktor A dan B terhadap respon yang diamati.

Pengaruh interaksi faktor A dengan faktor C :

$$H_0 : (\beta\delta)_{11} = (\beta\delta)_{12} = \dots = (\beta\delta)_{ac} = 0$$

yang berarti tidak ada pengaruh interaksi faktor A dan C terhadap respon yang diamati.

H_1 : minimal ada sepasang (j,h) dimana $(\beta\delta)_{jh} \neq 0$, $j=1,2,\dots,a$ dan $h=1,2,\dots,c$ yang berarti ada pengaruh interaksi faktor A dan C terhadap respon yang diamati.

Pengaruh interaksi faktor B dengan faktor C :

$$H_0 : (\gamma\delta)_{11} = (\gamma\delta)_{12} = \dots = (\gamma\delta)_{bc} = 0$$

yang berarti tidak ada pengaruh interaksi faktor B dan C terhadap respon yang diamati.

$$H_1 : \text{minimal ada sepasang } (k,h) \text{ dimana } (\gamma\delta)_{kh} \neq 0, k=1,2,\dots,b \text{ dan } h=1,2,\dots,c$$

yang berarti ada pengaruh interaksi faktor B dan C terhadap respon yang diamati.

Pengaruh interaksi faktor A, faktor B dengan faktor C :

$$H_0 : (\beta\gamma\delta)_{111} = (\beta\gamma\delta)_{112} = \dots = (\beta\gamma\delta)_{abc} = 0$$

yang berarti tidak ada pengaruh interaksi faktor A, B, dan C terhadap respon yang diamati.

$$H_1 : \text{minimal ada satu } (j,k,h) \text{ dimana } (\beta\gamma\delta)_{jkh} \neq 0, j=1,2,\dots,a; k=1,2,\dots,b \text{ dan } h=1,2,\dots,c$$

yang berarti ada pengaruh interaksi faktor A, B, dan C terhadap respon yang diamati.

Asumsi-asumsi yang digunakan pada model SSPD adalah:

a. $\sum_{i=1}^r \tau_i = 0$, dimana τ_i adalah efek kelompok tetap yang diasumsikan nol karena tidak ada perbedaan antara masing-masing kelompok.

b. $\sum_{j=1}^a \beta_j = 0$, dimana β_j adalah efek perlakuan tetap yang diasumsikan nol karena tidak ada perbedaan antara masing-masing perlakuan faktor A ke-j.

c. $\sum_{k=1}^b \gamma_k = 0$, dimana γ_k adalah efek perlakuan tetap yang diasumsikan nol karena tidak ada perbedaan antara masing-masing perlakuan faktor B ke-k.

d. $\sum_{h=1}^c \delta_h = 0$, dimana δ_h adalah efek perlakuan tetap yang diasumsikan nol karena tidak ada perbedaan antara masing-masing perlakuan faktor C ke-h.

e. $\sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^b (\beta\gamma)_{jk} = 0$, dimana $(\beta\gamma)_{jk}$ adalah efek perlakuan tetap yang diasumsikan nol karena tidak ada perbedaan antara masing-masing perlakuan faktor A ke-j dan faktor B ke-k.

f. $\sum_{j=1}^a \sum_{h=1}^c (\beta\delta)_{jh} = 0$, dimana $(\beta\delta)_{jh}$ adalah efek perlakuan tetap yang diasumsikan nol karena tidak ada perbedaan antara masing-masing perlakuan faktor A ke-j dan faktor C ke-h.

g. $\sum_{k=1}^b \sum_{h=1}^c (\gamma\delta)_{kh} = 0$, dimana $(\gamma\delta)_{kh}$ adalah efek perlakuan tetap yang diasumsikan nol karena tidak ada perbedaan antara masing-masing perlakuan faktor B ke-k dan faktor C ke-h.

h. $\sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^b \sum_{h=1}^c (\beta\gamma\delta)_{jkh} = 0$, dimana $(\beta\gamma\delta)_{jkh}$ adalah efek perlakuan tetap yang

diasumsikan nol karena tidak ada perbedaan antara masing-masing perlakuan faktor A ke-j, faktor B ke-k dan faktor C ke-h.

- i. $(\tau\beta)_{ij} \sim N(0, \sigma_{\tau\beta}^2)$, dimana $(\tau\beta)_{ij}$ adalah galat acak berdistribusi normal dengan rata-rata (μ) bernilai nol dan ragamnya (σ^2) konstan.
- j. $(\tau\beta\gamma)_{ijk} \sim N(0, \sigma_{\tau\beta\gamma}^2)$, dimana $(\tau\beta\gamma)_{ijk}$ adalah galat acak berdistribusi normal dengan rata-rata (μ) bernilai nol dan ragamnya (σ^2) konstan.
- k. $\varepsilon_{ijkh} \sim N(0, \sigma_{\varepsilon}^2)$, dimana ε_{ijkh} adalah galat acak berdistribusi normal dengan rata-rata (μ) bernilai nol dan ragamnya (σ^2) konstan.

Prosedur pengacakan pada SSPD dilakukan 3 tahap yaitu pengacakan pada petak utama, kemudian dilanjutkan dengan pengacakan pada anak petak dan yang terakhir pengacakan pada anak-anak petak.

3.2 Estimasi Parameter dengan Metode Kuadrat Terkecil

Proses estimasi parameter pada model SSPD akan dilakukan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (MKT) yaitu dengan meminimumkan jumlah kuadrat galat. Selanjutnya diperoleh estimator-estimator sebagai berikut:

- a. $\hat{\mu} = \bar{Y}_{\dots}$
- b. $\hat{\tau}_i = (\bar{Y}_{i\dots} - \bar{Y}_{\dots})$
- c. $\hat{\beta}_j = (\bar{Y}_{\cdot j \dots} - \bar{Y}_{\dots})$
- d. $\hat{\gamma}_k = (\bar{Y}_{\dots k \cdot} - \bar{Y}_{\dots})$
- e. $\hat{\delta}_h = (\bar{Y}_{\dots h} - \bar{Y}_{\dots})$
- f. $(\hat{\tau\beta})_{ij} = ((\bar{Y}_{ij\dots} + \bar{Y}_{\dots}) - (\bar{Y}_{i\dots} + \bar{Y}_{\cdot j \dots}))$
- g. $(\hat{\beta\gamma})_{jk} = ((\bar{Y}_{\cdot jk \cdot} + \bar{Y}_{\dots}) - (\bar{Y}_{\cdot j \dots} + \bar{Y}_{\dots k \cdot}))$
- h. $(\hat{\beta\delta})_{jh} = ((\bar{Y}_{\cdot j \cdot h} + \bar{Y}_{\dots}) - (\bar{Y}_{\cdot j \dots} + \bar{Y}_{\dots h}))$
- i. $(\hat{\gamma\delta})_{kh} = ((\bar{Y}_{\dots kh} + \bar{Y}_{\dots}) - (\bar{Y}_{\dots k \cdot} + \bar{Y}_{\dots h}))$
- j. $(\hat{\tau\beta\gamma})_{ijk} = ((\bar{Y}_{ijk \cdot} + \bar{Y}_{\cdot j \dots}) - (\bar{Y}_{\cdot jk \cdot} + \bar{Y}_{ij \dots}))$
- k. $(\hat{\beta\gamma\delta})_{jkh} = ((\bar{Y}_{\cdot jkh} + \bar{Y}_{\cdot j \dots} + \bar{Y}_{\dots k \cdot} + \bar{Y}_{\dots h}) - (\bar{Y}_{\cdot jk \cdot} + \bar{Y}_{\cdot j \cdot h} + \bar{Y}_{\dots kh} + \bar{Y}_{\dots}))$

Selanjutnya dilakukan proses analisis ragam mu pengaruh faktor B ke-k dan nilai rata-rata total semua pengaruh faktor C ke-h dengan jumlah nilai rata-rata total semua pengaruh interaksi faktor A ke-j dan faktor B ke-k, nilai rata-rata total semua pengaruh interaksi faktor A ke-j dan faktor C ke-h, nilai rata-rata total semua pengaruh interaksi faktor B ke-k dan faktor C ke-h, dan nilai rata-rata total semua pengamatan.

3.3 Analisis Ragam

Analisis ragam merupakan suatu analisis untuk memecahkan keragaman total menjadi beberapa komponen pembentuknya dan memasukkan lebih dari satu perlakuan ke dalam pengujian.

Tabel 1. ANOVA (*Analysis Of Variance*)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F – hitung
	(db)	(JK)	(KT)	
Analisis Petak Utama				
Kelompok(K)	r-1	JKK	KTK	F hitung kelompok
A	a-1	JKA	KTA	F hitung A
Galat A	(r-1)(a-1)	JKGa	KTGa	
Analisis Anak Petak				
B	b-1	JKB	KTb	F hitung B
AB	(a-1)(b-1)	JKAB	KTAB	F hitung AB
Galat B	a(r-1)(b-1)	JKGb	KTGb	
Analisis Anak-Anak Petak				
C	c-1	JKC	KTC	F hitung C
AC	(a-1)(c-1)	JKAC	KTAC	F hitung AC
BC	(b-1)(c-1)	JKBC	KTBC	F hitung BC
ABC	(a-1)(b-1)(c-1)	JKABC	KTABC	F hitung ABC
Galat C	ab(r-1)(c-1)	JKGc	KTGc	

4 KESIMPULAN

SSPD digunakan pada percobaan yang memiliki 3 faktor perlakuan atau lebih dengan penempatannya pada petak utama, anak petak dan anak-anak petak berdasarkan derajat kepentingan faktor penelitian, derajat kemudahan penerapan perlakuan dan kombinasi keduanya. Pengacakannya dilakukan dalam 3 tahap. Pengacakan pertama pada petak utama, pengacakan kedua pada anak petak dan pengacakan ketiga pada anak-anak petak, sehingga diperoleh galat petak utama, galat anak-petak dan galat anak-anak petak. Hasil estimasi parameter model SSPD dengan metode kuadrat terkecil (MKT) adalah:

$$\begin{aligned} \hat{\mu} &= \bar{Y}_{\dots}, & \hat{\tau}_i &= (\bar{Y}_{i\dots} - \bar{Y}_{\dots}), & \hat{\beta}_j &= (\bar{Y}_{\cdot j\dots} - \bar{Y}_{\dots}), & \hat{\gamma}_k &= (\bar{Y}_{\cdot\cdot k\dots} - \bar{Y}_{\dots}), & \hat{\delta}_h &= (\bar{Y}_{\cdot\cdot\cdot h} - \bar{Y}_{\dots}), \\ (\hat{\tau\beta})_{ij} &= ((\bar{Y}_{ij\dots} + \bar{Y}_{\dots}) - (\bar{Y}_{i\dots} + \bar{Y}_{\cdot j\dots})), & (\hat{\beta\gamma})_{jk} &= ((\bar{Y}_{\cdot jk\dots} + \bar{Y}_{\dots}) - (\bar{Y}_{\cdot j\dots} + \bar{Y}_{\cdot\cdot k\dots})), \\ (\hat{\beta\delta})_{jh} &= ((\bar{Y}_{\cdot j\cdot h} + \bar{Y}_{\dots}) - (\bar{Y}_{\cdot j\dots} + \bar{Y}_{\cdot\cdot\cdot h})), & (\hat{\gamma\delta})_{kh} &= ((\bar{Y}_{\cdot\cdot kh} + \bar{Y}_{\dots}) - (\bar{Y}_{\cdot\cdot k\dots} + \bar{Y}_{\cdot\cdot\cdot h})), \\ (\hat{\tau\beta\gamma})_{ijk} &= ((\bar{Y}_{ijk\dots} + \bar{Y}_{\cdot j\dots}) - (\bar{Y}_{ij\dots} + \bar{Y}_{\cdot jk\dots})), \\ (\hat{\beta\gamma\delta})_{jkh} &= ((\bar{Y}_{\cdot jkh} + \bar{Y}_{\cdot j\dots} + \bar{Y}_{\cdot\cdot k\dots} + \bar{Y}_{\cdot\cdot\cdot h}) - (\bar{Y}_{\cdot jk\dots} + \bar{Y}_{\cdot j\cdot h} + \bar{Y}_{\cdot\cdot kh} + \bar{Y}_{\dots})), \\ \hat{\varepsilon}_{ijkh} &= ((\bar{Y}_{ijkh} + \bar{Y}_{\cdot jk\dots}) - (\bar{Y}_{ijk\dots} + \bar{Y}_{\cdot jkh})). \end{aligned}$$

4. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Dean, A. & D. Voss. 1999. *Design and Analysis of Experiments*. Springer Verlag New York, Inc.
- [2]. Gaspersz, V. 1991. *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan Edisi Pertama*. Penerbit Tarsito, Bandung.
- [3]. Hanafiah, A. K. 1991. *Rancangan Percobaan Teori & Aplikasi Edisi Ketiga*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- [4]. Islam, S., K. Sen, K. Rahim, & Y. Ali. 2000. *Estimation of Plot Size in Split-Split Plot Design*. Journal Industry, Social, Agricultural, Statistics. 53: 172-181.
- [5]. Mattjik, A. A & I. M. Sumertajaya. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan minitab, Jilid I*. IPB Press, Bogor.
- [6]. Montgomery, D.C. 1997. *Design and Analysis of Experiments, Fifth Edition*. John Wiley and Sons, New York.
- [7]. Santoso, S. 2003. *Statistik Deskriptif*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- [8]. Sutjihno. 1896. *Pengantar Rancangan Percobaan Penelitian Pertanian*. Badan Penelitian & Pengembangan Pertanian, Bogor.
- [9]. Walpole, R. E. 1995. *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.