Analisis *Missing Data* pada Rancangan *Strip Plot*

Nurmaita Hamsyiah
Nuraitaham657@gmail.com

Abstract.

Missing data pada rancangan strip plot menyebabkan rancangan menjadi tidak seimbang. Akibatnya akan timbul masalah dalam analisis data. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pendugaan terhadap data yang hilang dan pengujian hipotesis yang di dalamnya terkandung hingga tiga data hilang pada rancangan strip plot model tetap dengan pendekatan Yates. Pendekatan Satterthwaite-Cochran digunakan untuk menghilangkan bias yang disebabkan oleh nilai dugaan data hilang. Hasil secara analitik menunjukkan bahwa pendugaan data hilang dengan pendekatan Yates menghasilkan kuadrat tengah galat yang tak bias pada rancangan strip plot. Namun, pada kuadrat tengah perlakuan terjadi bias ke atas (positif). Dengan pendekatan Satterthwaite-Cochran dibuat sedemikian sehingga nilai harapan kuadrat tengah perlakuan yang diperoleh dengan pndekatan Yates menjadi sama dengan nilai harapan kuadrat tengah rancangan strip plot bila tidak ada data yang hilang. Hasil simulasi dengan software R versi 3.4.4 menunjukkan bahwa uji dengan pendekatan Yates lebih baik daripada uji adjusted bila dilihat dari ketakbiasannya. Sedangkan bila dilihat dari hasil kuasa uji, uji adjusted lebih baik dibandingkan dengzn Pendekatan Yates.

Keywords*: Ide Yates, kuadrat tengah model strip plot, uji hipotesis*

A. PENDAHULUAN

Missing data (data hilang) dari suatu rancangan percobaan merupakan suatu fenomena yang terkadang terjadi di lapangan, termasuk rancangan *strip plot*. Data hilang dari rancangan strip plot menyebabkan rancangan menjadi tidak seimbang. Akibatnya, akan timbul masalah dalam analisis data.

Kajian analisis data hilang dengan berbagai pendekatan telah menjadi topik yang menarik dalam penelitian statistika. Salah satunya, pendekatan Yates. Pendekatan ini dilakukan dengan cara menyisipkan nilai dugaan yang meminimumkan jumlah kuadrat galat (JKG) sedemikian sehingga kuadrat tengah galat dibuat menjadi tak bias dan tetap sama dengan pengamatan yang diperoleh. Selanjutnya dianalisis seperti menganalisis data yang lengkap. Namun, pendekatan ini menyebabkan terjadinya bias untuk kuadrat tengah parameter lainnya. Akibatnya, akan terjadi bias pada uji hipotesis. Oleh karena itu perlu dilakukan uji penyesuaian (*adjusted*).

Hingga saat ini, kajian tentang pendugaan data hilang dengan pendekatan Yates telah banyak dilakukan, diantaranya pendugaan satu data hilang pada rancangan *split plot* [1], pendugaan hingga dua data hilang pada rancangan bujur sangkar latin (RSBL) [2], dan pendugaan data hilang pada rancangan acak kelompok (RAK) [3], [4]. Namun, kajian tantang data hilang pada rancangan *strip plot* masih sulit ditemukan. Wuryandari, dkk. [5] telah mengkaji mengenai rancangan *strip plot*, tetapi tidak membahas kasus data hilang yang terjadi pada rancangan *strip plot*. Oleh karena itu , penulis tertarik untuk turut berperan dalam mengkaji pendugaan data hilang pada rancangan *strip plot*.

Makalah ini mengkaji tentang pendugaan terhadap data yang hilang dan pengujian hipotesis pada rancangan *strip plot* yang di dalamnya terkandung hingga tiga data hilang menggunakan pendekatan Yates. Makalah ini dibatasi untuk rancangan *strip plot* dengan model tetap yang terdiri dari 3 kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari 3 taraf faktor A dan 4 taraf faktor B, serta diasumsikan data yang hilang terjadi pada taraf faktor A, taraf faktor B, dan kelompok yang berbeda. Di samping itu, makalah ini juga mengkaji tentang bias yang disebabkan oleh nilai dugaan data hilang dan cara mengatasinya. Selanjutnya juga dilakukan perbandingan dua metode pengujian, yaitu uji dengan pendekatan Yates dan uji *adjusted* menggunakan *software* R versi 3.4.4. *Review* tentang rancangan strip plot dipaparkan pada bagian 2. Selanjutnya, pada bagian 3 dijelaskan tentang metode penelitian. Bagian 4 memuat hasil dan pembahasan. Terakhir, bagian 5 berisi simpulan.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Rancangan *Strip Plot*

Rancangan strip-plot merupakan suatu rancangan percobaan yang melibatkan dua struktur perlakuan, faktor A dan faktor B, dimana ketepatan pengaruh interaksinya lebih diutamakan dibandingkan pengaruh masing-masing faktor. Faktor A dengan *a* taraf, faktor B dengan *b* taraf, dan unit percobaannya dikelompokkan menjadi *r* kelompok.

Model linier rancangan *strip-plot* dengan rancangan dasar RAK sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + K_k + \tau_i + \vartheta_{ik} + \delta_j + \varphi_{jk} + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijk} \qquad (1)$$

$$i = 1,2,\cdots,a;\ j = 1,2,\cdots,b;\ k = 1,2,\cdots,r$$

dimana: Y_{ijk} menyatakan nilai pengamatan pada faktor A taraf ke-*i*, faktor B taraf ke-*j* dan kelompok ke-*k*; μ menyatakan nilai rataan keseluruhan; K_k menyatakan pengaruh pengelompokkan ke-*k*; τ_i menyatakan pengaruh faktor A taraf ke-*i*.; δ_j menyatakan pengaruh faktor B taraf ke-*j*; γ_{ij} menyatakan pengaruh interaksi antara faktor A taraf ke-*i* dan faktor B taraf ke-*j*; ϑ_{ik} menyatakan pengaruh acak pada faktor A taraf ke-*i* dan kelompok ke-*k*; φ_{jk} menyatakan pengaruh acak pada faktor B taraf ke-*j* dan kelompok ke-*k*; dan ε_{ijk} menyatakan pengaruh acak pada faktor A taraf ke-*i*, faktor B taraf ke-*j*, dan kelompok ke-*k*.

Asumsi:

1. Model yang digunakan adalah model tetap, sehingga
$$\sum_{i=1}^{a}\tau_i = \sum_{j=0}^{b}\delta_j = \sum_{k=0}^{r}K_k = \sum_{i=1}^{a}\gamma_{ij} = \sum_{j=1}^{b}\gamma_{ij} = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\gamma_{ij} = 0.$$
2. $\vartheta_{ik} \sim N_{iid}(0, {\sigma_\vartheta}^2)$, $\varphi_{ik} \sim N_{iid}(0, {\sigma_\varphi}^2)$, dan $\varepsilon_{ijk} \sim N_{iid}(0, {\sigma_\varepsilon}^2)$.

Hipotesis yang dapat diambil sebagai berikut:

1. $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \cdots = \tau_a = 0$ (tidak ada pengaruh faktor A terhadap respon yang diamati)
   H_1: paling sedikit ada satu i dimana $\tau_i \neq 0$ (ada pengaruh faktor A terhadap respon yang diamati)
2. $H_0: \delta_1 = \delta_2 = \cdots = \delta_b = 0$ (tidak ada pengaruh faktor B terhadap respon yang diamati)
   H_1: paling sedikit ada satu i dimana $\delta_j \neq 0$ (ada pengaruh faktor B terhadap respon yang diamati)
3. $H_0: \gamma_{11} = \gamma_{12} = \cdots = \gamma_{ab} = 0$ (tidak ada pengaruh interaksi faktor A dan faktor B terhadap respon yang diamati)
   H_1: paling sedikit ada sepasang (i, j) dimana $\gamma_{ij} \neq 0$ (ada pengaruh interaksi faktor A dan faktor B terhadap respon yang diamati)

Rumus perhitungan untuk jumlah kuadrat sebagai berikut.

Jumlah kuadrat total:

$$JKT = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{r} Y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{abr} \tag{2}$$

Jumlah kuadrat kelompok:

$$JKK = \frac{\sum_{k=1}^{r} Y_{..k}^2}{ab} - \frac{Y_{...}^2}{abr} \tag{3}$$

Jumlah kuadrat faktor A:

$$JKA = \frac{\sum_{i=1}^{a} Y_{i..}^2}{br} - \frac{Y_{...}^2}{abr} \tag{4}$$

Jumlah kuadrat galat faktor A:

$$JKEa = \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{k=1}^{r} Y_{i.k}^2}{b} - \frac{\sum_{i=1}^{a} Y_{i..}^2}{br} - \frac{\sum_{k=1}^{r} Y_{..k}^2}{ab} + \frac{Y_{...}^2}{abr} \tag{5}$$

Jumlah kuadrat faktor B:

$$JKB = \frac{\sum_{j=1}^{b} Y_{.j.}^2}{ar} - \frac{Y_{...}^2}{abr} \tag{6}$$

Jumlah kuadrat galat faktor B:

$$JKEb = \frac{\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{r} Y_{.jk}^2}{a} - \frac{\sum_{j=1}^{b} Y_{.j.}^2}{ar} - \frac{\sum_{k=1}^{r} Y_{..k}^2}{ab} + \frac{Y_{...}^2}{abr} \tag{7}$$

Jumlah kuadrat interaksi antara faktor A dan faktor B:

$$JKAB = \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} Y_{ij.}^2}{r} - \frac{\sum_{i=1}^{a} Y_{i..}^2}{br} - \frac{\sum_{j=1}^{b} Y_{.j.}^2}{ab} + \frac{Y_{...}^2}{abr} \tag{8}$$

Jumlah kuadrat galat:

$$JKG = \sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{r} Y_{ijk}^2 - \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b} Y_{ij.}^2}{r} - \frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{k=1}^{r} Y_{i.k}^2}{b} - \frac{\sum_{j=1}^{b}\sum_{k=1}^{r} Y_{.jk}^2}{a} + \frac{\sum_{i=1}^{a} Y_{i..}^2}{br} + \frac{\sum_{j=1}^{b} Y_{.j.}^2}{ar} + \frac{\sum_{k=1}^{r} Y_{..k}^2}{ab} - \frac{Y_{...}^2}{abr} \tag{9}$$

Nilai harapan kuadrat tengah (E(KT)) rancangan strip plot dengan model tetap disajikan pada tabel analisis varians berikut ini.

Tabel 1. *Analisis Varians untuk Rancangan Strip-Plot*

Sumber Keragaman	db	JK	KT	E(KT)	F_{hitung}
Kelompok	$r-1$	JKK	KTK	-	$-$
A	$a-1$	JKA	KTA	$\sigma_\varepsilon^2 + b\sigma_\vartheta^2 + br\frac{\sum_{i=1}^{a}\tau_i^2}{(a-1)}$	$\frac{KTA}{KTGa}$
Galat (a)	$(a-1)(r-1)$	JKGa	KTGa	$\sigma_\varepsilon^2 + b\sigma_\vartheta^2$	
B	$b-1$	JKB	KTB	$\sigma_\varepsilon^2 + a\sigma_\varphi^2 + ar\frac{\sum_{j=1}^{b}\delta_j^2}{(b-1)}$	$\frac{KTB}{KTGb}$
Galat (b)	$(b-1)(r-1)$	JKGb	JKGb	$\sigma_\varepsilon^2 + a\sigma_\varphi^2$	
AB	$(a-1)(b-1)$	JKAB	KTAB	$\sigma_\varepsilon^2 + r\frac{\sum_{i=1}^{a}\sum_{j=1}^{b}\gamma_{ij}}{(a-1)(b-1)}$	$\frac{KTAB}{KTGc}$
Galat (c)	$(a-1)(b-1)(r-1)$	JKGc	KTGc	σ_ε^2	
Total	$abr-1$	JKT			

3. METODE PENELITIAN

Dalam makalah ini, pendugaan data hilang pada rancangan *strip-plot* menggunakan pendekatan Yates. Penduga data hilang diperoleh menggunakan perhitungan kalkulus dengan cara menurunkan secara parsial JKG terhadap data yang hilang dan menyamakan hasil turunannya dengan nol,

$$\frac{\partial JKG}{\partial Y_{ijk}} = 0$$

sehingga diperoleh $\hat{Y}_{ijk}$ yang meminimumkan jumlah kuadrat galat. Selanjutnya, besarnya bias pada kuadrat tengah perlakuan yang disebabkan oleh nilai dugaan data hilang diperoleh dengan membandingkan nilai harapan kuadrat tengah model *strip plot* yang di dalamnya terkandung data hilang dengan nilai harapan kuadrat tengah untuk data lengkap (sebelum diasumsikan ada data yang hilang). Kemudian untuk menghilangkan bias tersebut, maka dilakukan analisis varians *adjusted* dengan menggunakan pendekatan Satterthwaite-Cochran seperti yang dilakukan oleh Bancroft [6]. Selanjutnya perbandingan dua metode pengujian, yaitu uji dengan pendekatan Yates dan uji *adjusted* dengan pendekatan Satterthwaite-Cochran dilakukan melalui simulasi kuasa uji menggunakan *software* R versi 3.4.4.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pendugaan Data Hilang pada Rancangan *Strip Plot*

Berikut ini disajikan *layout* data rancangan *strip plot.*

Tabel 2. *Lay-out data untuk rancangan strip-plot*

Kelompok	Faktor A	Faktor B				Total
		1	2	…	b	
1	1	Y_{111}	Y_{121}	…	Y_{1b1}	$Y_{1.1}$

	2	Y_{211}	Y_{221}	$\cdots$	Y_{2b1}	$Y_{2.1}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	a	Y_{a11}	Y_{a21}	$\cdots$	Y_{ab1}	$Y_{a.1}$
2	1	Y_{112}	Y_{122}	$\cdots$	Y_{142}	$Y_{1.2}$
	2	Y_{212}	Y_{222}	$\cdots$	Y_{242}	$Y_{2.2}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	a	Y_{a12}	Y_{a22}	$\cdots$	Y_{ab2}	$Y_{a.2}$
$\vdots$						
R	1	Y_{11r}	Y_{12r}	$\cdots$	Y_{143}	$Y_{1.3}$
	2	Y_{21r}	Y_{22r}	$\cdots$	Y_{243}	$Y_{2.3}$
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	a	Y_{a1r}	Y_{a2r}	$\cdots$	Y_{abr}	$Y_{a.r}$
						$Y_{...}$

Misalkan untuk kasus satu data hilang, pengamatan yang hilang Y_{111}; untuk kasus dua data hilang, pengamatan yang hilang Y_{111} dan Y_{222}; dan untuk kasus tiga data hilang, pengamatan yang hilang Y_{111}, Y_{222}, dan Y_{333}; $Y_{ijk}{}^*$ menyatakan pengamatan yang ada (setelah dikurangi dengan data yang hilang). Berdasarkan Persamaan (9), maka JKG dengan satu data hilang sebagai berikut:

$$
\begin{aligned}
JKG = {} & Y_{111}{}^2 + \sum\sum\sum Y_{ijk}{}^2 - \frac{1}{r}\left[(Y_{111} + Y_{11.}{}^*)^2 + \sum_{i=2}^{a}\sum_{j=2}^{b} Y_{ij.}{}^2\right] \\
& - \frac{1}{b}\left[(Y_{111} + Y_{1.1}{}^*)^2 + \sum_{i=2}^{a}\sum_{k=2}^{r} Y_{i.k}{}^2\right] - \frac{1}{a}\left[(Y_{111} + Y_{.11}{}^*)^2 + \sum_{j=2}^{b}\sum_{k=2}^{r} Y_{.jk}{}^2\right] \\
& + \frac{1}{br}\left[(Y_{111} + Y_{1..}{}^*)^2 + \sum_{i=2}^{a} Y_{i..}{}^2\right] + \frac{1}{ar}\left[(Y_{111} + Y_{.1.}{}^*)^2 + \sum_{j=2}^{b} Y_{.j.}{}^2\right] \\
& + \frac{1}{ab}\left[(Y_{111} + Y_{..1}{}^*)^2 + \sum_{k=2}^{r} Y_{ij.}{}^2\right] \\
& - \frac{1}{abr}(Y_{111} + Y_{...}{}^*)^2 \qquad (10)
\end{aligned}
$$

JKG dengan dua data hilang sebagai berikut:

$$
\begin{aligned}
JKG = {} & Y_{111}{}^2 + Y_{222}{}^2 + \sum\sum\sum Y_{ijk}{}^2 \\
& - \frac{1}{r}\left[(Y_{111} + Y_{11.}{}^*)^2 + (Y_{222} + Y_{22.}{}^*)^2 + \sum_{i=3}^{a}\sum_{j=3}^{b} Y_{ij.}{}^2\right] \\
& - \frac{1}{b}\left[(Y_{111} + Y_{1.1}{}^*)^2 + (Y_{222} + Y_{2.2}{}^*)^2 + \sum_{i=3}^{a}\sum_{k=3}^{r} Y_{i.k}{}^2\right] \\
& - \frac{1}{a}\left[(Y_{111} + Y_{.11}{}^*)^2 + (Y_{222} + Y_{.22}{}^*)^2 + \sum_{j=3}^{b}\sum_{k=3}^{r} Y_{.jk}{}^2\right]
\end{aligned}
$$

$$+\frac{1}{br}\left[(Y_{111}+Y_{1..}{}^{*})^2+(Y_{222}+Y_{2..}{}^{*})^2+\sum_{i=3}^{a}Y_{i..}{}^2\right]$$
$$+\frac{1}{ar}\left[(Y_{111}+Y_{.1.}{}^{*})^2+(Y_{222}+Y_{.2.}{}^{*})^2+\sum_{j=3}^{b}Y_{.j.}{}^2\right]$$
$$+\frac{1}{ab}\left[(Y_{111}+Y_{..1}{}^{*})^2+(Y_{222}+Y_{..2}{}^{*})^2+\sum_{k=3}^{r}Y_{..k}{}^2\right]$$
$$-\frac{1}{abr}(Y_{111}+Y_{222}+Y_{...}{}^{*})^2 \qquad (11)$$

Selanjutnya, JKG dengan tiga data hilang sebagai berikut:

$$SSE = Y_{111}{}^2+Y_{222}{}^2+Y_{333}{}^2+\sum\sum\sum Y_{ijk}^2$$
$$-\frac{1}{r}\left[(Y_{111}+Y_{11.}{}^{*})^2+(Y_{222}+Y_{22.}{}^{*})^2+(Y_{333}+Y_{33.}{}^{*})^2+\sum_{i=4}^{a}\sum_{j=4}^{b}Y_{ij.}^2\right]$$
$$-\frac{1}{b}\left[(Y_{111}+Y_{1.1}{}^{*})^2+(Y_{222}+Y_{2.2}{}^{*})^2+(Y_{333}+Y_{3.3}{}^{*})^2+\sum_{i=4}^{a}\sum_{k=4}^{r}Y_{i.k}^2\right]$$
$$-\frac{1}{a}\left[(Y_{111}+Y_{.11}{}^{*})^2+(Y_{222}+Y_{.22}{}^{*})^2+(Y_{333}+Y_{.33}{}^{*})^2+\sum_{j=4}^{b}\sum_{k=4}^{r}Y_{.jk}^2\right]$$
$$+\frac{1}{br}\left[(Y_{111}+Y_{1..}{}^{*})^2+(Y_{222}+Y_{2..}{}^{*})^2+(Y_{333}+Y_{3..}{}^{*})^2+\sum_{i=4}^{a}Y_{i..}^2\right]$$
$$+\frac{1}{ar}\left[(Y_{111}+Y_{.1.}{}^{*})^2+(Y_{222}+Y_{.2.}{}^{*})^2+(Y_{333}+Y_{.3.}{}^{*})^2+\sum_{j=4}^{b}Y_{.j.}^2\right]$$
$$+\frac{1}{ab}\left[(Y_{111}+Y_{..1}{}^{*})^2+(Y_{222}+Y_{..2}{}^{*})^2+(Y_{333}+Y_{..3}{}^{*})^2+\sum_{k=4}^{r}Y_{..k}^2\right]$$
$$-\frac{1}{abr}(Y_{111}+Y_{222}+Y_{333}+Y_{...}{}^{*})^2 \qquad (12)$$

Dengan menurunkan secara parsial Persamaan (10) terhadap Y_{111} dan menyamakan hasil turunannya dengan nol, maka diperoleh penduga untuk kasus satu data hilang sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{111}=\frac{abY_{11.}{}^{*}+arY_{1.1}{}^{*}+brY_{.11}{}^{*}-aY_{1..}{}^{*}-bY_{.1.}{}^{*}-rY_{..1}{}^{*}+Y_{...}{}^{*}}{(a-1)(b-1)(r-1)}$$

Dengan menurunkan secara parsial Persamaan (11) terhadap Y_{111} dan Y_{222}, maka diperoleh penduga untuk kasus dua data hilang sebagai berikut:

$$\hat{Y}_{111}=[(a-1)(b-1)(r-1)(abY_{11.}{}^{*}+arY_{1.1}{}^{*}+brY_{.11}{}^{*}-aY_{1..}{}^{*}-bY_{.1.}{}^{*}-rY_{..1}{}^{*})$$
$$+abY_{22.}{}^{*}+arY_{2.2}{}^{*}+brY_{.22}{}^{*}-aY_{2..}{}^{*}-bY_{.2.}{}^{*}-rY_{..2}{}^{*}$$
$$+\{(a-1)(b-1)(r-1)+1\}Y_{...}{}^{*}]$$
$$/[(a-1)(b-1)(r-1)-1][(a-1)(b-1)(r-1)+1]$$

$$
\begin{aligned}
\hat{Y}_{222} = [&(a-1)(b-1)(r-1)(abY_{22.}{}^{*} + arY_{2.2}{}^{*} + brY_{.22}{}^{*} - aY_{2..}{}^{*} - bY_{.2.}{}^{*} - rY_{..2}{}^{*}) \\
&+ abY_{11.}{}^{*} + arY_{1.1}{}^{*} + brY_{.11}{}^{*} - aY_{1..}{}^{*} - bY_{.1.}{}^{*} - rY_{..1}{}^{*} \\
&+ \{(a-1)(b-1)(r-1)+1\}Y_{...}{}^{*}] \\
&/[(a-1)(b-1)(r-1)-1][(a-1)(b-1)(r-1)+1].
\end{aligned}
$$

Dengan menurunkan secara parsial Persamaan (12) terhadap Y_{111}, Y_{222}, dan Y_{333} serta menyamakan hasil turunannya dengan nol, diperoleh penduga untuk kasus tiga data hilang sebagai berikut:

$$
\begin{aligned}
\hat{Y}_{111} = [&\{(a-1)(b-1)(r-1)-1\}(abY_{11.}{}^{*} + arY_{1.1}{}^{*} + brY_{.11}{}^{*} - aY_{1..}{}^{*} - bY_{.1.}{}^{*} - rY_{..1}{}^{*}) \\
&+ ab(Y_{22.}{}^{*} + Y_{33.}{}^{*}) + ar(Y_{2.2}{}^{*} + Y_{3.3}{}^{*}) + br(Y_{.22}{}^{*} + Y_{.33}{}^{*}) - a(Y_{2..}{}^{*} + Y_{3..}{}^{*}) \\
&- b(Y_{.2.}{}^{*} + Y_{.3.}{}^{*}) - r(Y_{..2}{}^{*} + Y_{..3}{}^{*}) + \{(a-1)(b-1)(r-1)+1\}Y_{...}{}^{*}] \\
&/[(a-1)(b-1)(r-1)+1][(a-1)(b-1)(r-1)-2]
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\hat{Y}_{222} = [&\{(a-1)(b-1)(r-1)-1\}(abY_{22.}{}^{*} + arY_{2.2}{}^{*} + brY_{.22}{}^{*} - aY_{2..}{}^{*} - bY_{.2.}{}^{*} - rY_{..2}{}^{*}) \\
&+ ab(Y_{11.}{}^{*} + Y_{33.}{}^{*}) + ar(Y_{1.1}{}^{*} + Y_{3.3}{}^{*}) + br(Y_{.11}{}^{*} + Y_{.33}{}^{*}) - a(Y_{1..}{}^{*} + Y_{3..}{}^{*}) \\
&- b(Y_{.1.}{}^{*} + Y_{.3.}{}^{*}) - r(Y_{..1}{}^{*} + Y_{..3}{}^{*}) + \{(a-1)(b-1)(r-1)+1\}Y_{...}{}^{*}] \\
&/[(a-1)(b-1)(r-1)+1][(a-1)(b-1)(r-1)-2]
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
\hat{Y}_{333} = [&\{(a-1)(b-1)(r-1)-1\}(abY_{33.}{}^{*} + arY_{3.3}{}^{*} + brY_{.33}{}^{*} - aY_{3..}{}^{*} - bY_{.3.}{}^{*} - rY_{..3}{}^{*}) \\
&+ ab(Y_{11.}{}^{*} + Y_{22.}{}^{*}) + ar(Y_{1.1}{}^{*} + Y_{2.2}{}^{*}) + br(Y_{.11}{}^{*} + Y_{.22}{}^{*}) - a(Y_{1..}{}^{*} + Y_{2..}{}^{*}) \\
&- b(Y_{.1.}{}^{*} + Y_{.2.}{}^{*}) - r(Y_{..1}{}^{*} + Y_{..2}{}^{*}) + \{(a-1)(b-1)(r-1)+1\}Y_{...}{}^{*}] \\
&/[(a-1)(b-1)(r-1)+1][(a-1)(b-1)(r-1)-2]
\end{aligned}
$$

Selanjutnya, nilai dugaan data yang hilang tersebut dimasukkan ke dalam pengamatan yang hilang sehingga menjadi data yang utuh kembali.

4.2. Bias pada Kuadrat Tengah Model Strip Plot

Dalam makalah ini diasumsikan perlakuan pada rancangan *strip plot* disusun oleh kombinasi 3 taraf faktor A dan 4 taraf faktor B, setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali dalam kelompok. Berdasarkan Tabel 1, maka nilai harapan kuadrat tengah untuk data lengkap dengan model tetap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3*. Analisis Varians Data Lengkap Rancangan Strip Plot dengan Model tetap*

Sumber Keragaman	**db**	**KT**	**E(KT)**
Kelompok	2	KTK	
A	2	KTA	$\sigma_\varepsilon{}^2 + 4\sigma_\vartheta{}^2 + 6\sum_{i=1}^{3}\tau_i{}^2$
Galat (a)	4	KTGa	$\sigma_\varepsilon{}^2 + 4\sigma_\vartheta{}^2$
B	3	KTB	$\sigma_\varepsilon{}^2 + 3\sigma_\varphi{}^2 + 3\sum_{j=1}^{4}\delta_j{}^2$
Galat (b)	6	KTGb	$\sigma_\varepsilon{}^2 + 3\sigma_\delta{}^2$
AB	6	KTAB	$\sigma_\varepsilon{}^2 + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{4}\gamma_{ij}{}^2$

Galat (c)	12	KTG c	$\sigma_\varepsilon{}^2$

Sedangkan nilai harapan kuadrat tengah yang di dalamnya terkandung data hilang diperoleh dengan mensubstitusikan model linier untuk penduga data hilang dan model linier untuk jumlah nilai pengamatan yang ada dari setiap faktor dan interaksinya disubstitusikan ke persamaan (2) hingga persamaan (9), dan dibagi dengan derajat bebasnya. Namun derajat bebas dari galat total berkurang sebanyak data yang hilang. Nilai harapan kuadrat tengah untuk kasus satu data hilang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4. *Analisis Varians Pendekatan Yates untuk Kasus Satu Data Hilang pada Rancangan Strip Plot*

Sumber Keragaman	**Db**	**KT**	**E(KT)**
Kelompok	2	KTK	
A	2	KTA	$\frac{13}{12}\sigma_\varepsilon{}^2 + 4\sigma_\vartheta{}^2 + 6\sum_{i=1}^{3}\tau_i{}^2$
Galat (a)	4	KTGa	$\frac{13}{12}\sigma_\varepsilon{}^2 + 4\sigma_\vartheta{}^2$
B	3	KTB	$\frac{13}{12}\sigma_\varepsilon{}^2 + 3\sigma_\varphi{}^2 + 3\sum_{j=1}^{4}\delta_j{}^2$
Galat (b)	6	KTG b	$\frac{13}{12}\sigma_\varepsilon{}^2 + 3\sigma_\varphi{}^2$
AB	6	KTA B	$\frac{13}{12}\sigma_\varepsilon{}^2 + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{4}\gamma_{ij}{}^2$
Galat (c)	11	KTEc	$\sigma_\varepsilon{}^2$

Nilai harapan kuadrat tengah untuk kasus dua data hilang sebagai berikut:

Tabel 5. *Analisis Varians Pendekatan Yates untuk Kasus Dua Data Hilang pada Rancangan Strip Plot*

Sumber Keragaman	**db**	**KT**	**E(KT)**
Kelompok	2	KTK	

A	2	KTA	$\frac{166}{143}\sigma_\varepsilon{}^2 + 4\sigma_\vartheta{}^2 + 6\sum_{i=1}^{3}\tau_i{}^2$
Galat (a)	4	KTGa	$\frac{335}{286}\sigma_\varepsilon{}^2 + 4\sigma_\vartheta{}^2$
B	3	KTB	$\frac{499}{429}\sigma_\varepsilon{}^2 + 3\sigma_\varphi{}^2 + 3\sum_{j=1}^{4}\delta_j{}^2$
Galat (b)	6	KTGb	$\frac{502}{429}\sigma_\varepsilon{}^2 + 3\sigma_\varphi{}^2$
AB	6	KTAB	$\frac{502}{429}\sigma_\varepsilon{}^2 + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{4}\gamma_{ij}{}^2$
Galat (c)	10	KTEc	$\sigma_\varepsilon{}^2$

Selanjutnya, nilai harapan kuadrat tengah untuk kasus tiga data hilang sebagai berikut:

Tabel 6*. Analisis Varians Pendekatan Yates untuk Kasus Dua Data Hilang pada Rancangan Strip Plot*

Sumber Keragaman	**Db**	**KT**	**E(KT)**
Kelompok	2	KTK	
A	2	KTA	$\frac{16}{13}\sigma_\varepsilon{}^2 + 4\sigma\ {}^2 + 6\sum_{i=1}^{3}\tau_i{}^2$
Galat (a)	4	KTGa	$\frac{329}{260}\sigma_\varepsilon{}^2 + 4\sigma_\vartheta{}^2$
B	3	KTB	$\frac{161}{130}\sigma_\varepsilon{}^2 + 3\sigma_\varphi{}^2 + 3\sum_{j=1}^{4}\delta_j{}^2$
Galat (b)	6	KTGb	$\frac{82}{65}\sigma_\varepsilon{}^2 + 3\sigma_\varphi{}^2$
AB	6	KTAB	$\frac{82}{65}\sigma_\varepsilon{}^2 + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{4}\gamma_{ij}{}^2$
Galat (c)	10	KTEc	$\sigma_\varepsilon{}^2$

Bila dibandingkan hasil nilai harapan kuadrat tengah rancangan *strip plot* pada Tabel (4), (5), dan (6) dengan Tabel 3, maka nilai harapan kuadrat tengah galat untuk data lengkap maupun data yang di dalamnya terdapat pengamatan yang hilang diperoleh hasil yang sama, yaitu $\sigma_\varepsilon{}^2$. Namun, terjadi bias pada kuadrat tengah perlakuan. Pada penelitian ini, bias terjadi pada kuadrat tengah faktor A (KTA), kuadrat tengah faktor B (KTB), dan kuadrat tengah interaksi antara faktor A dan faktor B (KTAB) baik untuk kasus satu, dua, maupun tiga data hilang.

Pada kasus satu data hilang, untuk KTA dan KTB terjadi bias pada $\sigma_\varepsilon{}^2$ sebesar $\frac{1}{12} \approx 0{,}083$; sedangkan untuk KTAB secara keseluruhan terjadi bias sebesar $\frac{1}{12} \approx 0{,}083$. Pada kasus dua data hilang, untuk KTA terjadi bias pada $\sigma_\varepsilon{}^2$ sebesar $\frac{23}{143} \approx 0{,}161$; untuk KTB bias pada $\sigma_\varepsilon{}^2$

sebesar $\frac{70}{429} \approx 0{,}163$; dan untuk KTAB secara keseluruhan terjadi bias sebesar $\frac{73}{429} \approx 0{,}17$. Selanjutnya, pada kasus tiga data hilang, untuk KTA terjadi bias pada $\sigma_\varepsilon{}^2$ sebesar $\frac{3}{13} \approx 0{,}231$; untuk KTB bias pada $\sigma_\varepsilon{}^2$ sebesar $\frac{31}{130} \approx 0{,}238$; dan untuk KTAB secara keseluruhan terjadi bias sebesar $\frac{17}{65} \approx 0{,}262$. Dengan demikian terbukti bahwa pendugaan data hilang dengan pendekatan Yates menghasilkan kuadrat tengah galat yang tak bias. Namun, pada kuadrat tengah perlakuan terjadi bias ke atas (positif).

Untuk menghilangkan bias tersebut, maka dilakukan prosedur seperti dilakukan oleh Bancroft [6] yang menggunakan pendekatan Satterthwaite-Cochran. Pada kasus satu, dua, dan tiga data hilang, kuadrat tengah *adjusted* untuk faktor A dan faktor B diperoleh dengan mengurangi KTA ataupun KTB dengan besarnya bias dari KTEc. Sedangkan kuadrat tengah *adjusted* untuk interaksi antara faktor A dan faktor B untuk diperoleh dengan cara membagi KTAB dengan koefisien KTEc. Prosedurnya sebagai berikut:

Untuk kasus satu data hilang,

$$KTA_{adj} = KTA - \frac{1}{12}KTEc$$
$$KTB_{adj} = KTB - \frac{1}{12}KTEc$$
$$KTAB_{adj} = c_1 KTAB, \text{ di mana } c_1 = \frac{12}{13}.$$

Untuk kasus dua data hilang,

$$KTA_{adj} = KTA - \frac{23}{143}KTEc$$
$$KTB_{adj} = KTB - \frac{70}{429}KTEc$$
$$KTAB_{adj} = c_2 KTAB, \text{ di mana } c_2 = \frac{429}{502}.$$

Selanjutnya, untuk kasus tiga data hilang,

$$KTA_{adj} = KTA - \frac{3}{13}KTEc$$
$$KTB_{adj} = KTB - \frac{31}{130}KTEc$$
$$KTAB_{adj} = c_3 KTAB, \text{ di mana } c_3 = \frac{65}{822}.$$

Dengan demikian, diperoleh nilai harapan kuadrat tengah *adjusted* yang sama dengan nilai harapan kuadrat tengah bila tidak ada data yang hilang.

4.3. Perbandingan Uji dengan Pendekatan Yates dan Uji *Adjusted*

Untuk membandingkan uji dengan pendekatan Yates dan uji adjusted dengan pendekatan Satterthwaite-Cochran terhadap uji standar, maka dilakukan simulasi kuasa uji dengan $\alpha = 0{,}05$ menggunakan *software* R versi 3.4.4. Simulasi dilakukan dengan membangkitkan 1000 data rancangan *strip plot* yang terdiri dari tiga kelompok. Masing-masing kelompok terdiri dari tiga taraf faktor A dan empat taraf faktor B dengan $\mu =$ 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan $KTG = 4$. Nilai parameter (θ) disetting sebagai berikut:

$$\theta = (\mu, 0-j, 0+j, 0-j, 0+j, 0-j, 0+j, 0{,}0+j, 0{,}0-j, 0{,}0{,}0)$$

di mana $j = 0{,}3{,}6{,}9{,}12{,}15{,}18$. Kemudian diasumsikan untuk kasus satu data hilang, pengamatan yang hilang Y_{111}; untuk kasus dua data hilang, pengamatan yang hilang Y_{111} dan Y_{222}; dan untuk kasus tiga data hilang, pengamatan yang hilang Y_{111}, Y_{222}, dan Y_{333}; dan dihitung kuasa ujinya dengan ketiga metode pengujian. Tiga hipotesis yang diuji, yaitu (1) $H_0: \tau = 0, H_1: \tau \neq 0$; (2) $H_0: \delta = 0, H_1: \delta \neq 0$; dan (3) $H_0: \gamma = 0, H_1: \gamma \neq 0$. Hasil simulasinya dapat dijelaskan sebagai berikut:

Hasil uji H_0 dengan $\alpha = 0{,}05$ untuk kasus satu, dua, dan tiga data hilang menggunakan tiga metode pengujian, yaitu uji standar, uji dengan pendekatan Yates dan uji *adjusted* dengan pendekatan Satterthwaite Cochran disajikan pada tabel berikut ini:

***Tabel 7**. Uji H_0 untuk Kasus Satu, Dua, dan Tiga Data Hilang*

Kasus Data Hilang	σ^2	μ	$H_0: \tau = 0$			$H_0: \delta = 0$			$H_0: \gamma = 0$		
			NM	Yates	Adj	NM	Yates	Adj	NM	Yates	Adj
1 data hilang	4	0,2	0,057	0,045	0,054	0,052	0,043	0,066	0,059	0,050	0,055
		0,4	0,044	0,054	0,039	0,045	0,053	0,053	0,051	0,057	0.041
		0,6	0,040	0,050	0,051	0,040	0,042	0,062	0,044	0,048	0,050
		0,8	0,051	0,050	0,049	0,054	0,049	0,064	0,058	0,055	0,051
2 data hilang	4	0,2	0,047	0,061	0,050	0,049	0,050	0,069	0,053	0,063	0047
		0,4	0,050	0,049	0,049	0,055	0,057	0,061	0,062	0,069	0,036
		0,6	0,053	0,057	0,049	0,054	0,056	0078	0,062	0,065	0,054
		0,8	0,055	0,040	0,057	0,060	0,042	0,069	0,063	0,048	0,045
3 data hilang	4	0,2	0,049	0,049	0,052	0,044	0,045	0,095	0,057	0,067	0,042
		0,4	0,045	0,046	0,049	0,042	0,044	0,086	0,057	0,063	0,050
		0,6	0,048	0,047	0,047	0,043	0,044	0,086	0,054	0,066	0,052
		0,8	0,036	0,044	0,059	0,037	0,041	0,094	0,045	0,056	0,049

Berdasarkan Tabel 7 dapat diketahui bahwa untuk kasus satu data hilang, uji H_0 dengan $\alpha = 0{,}05$ menghasilkan uji yang tak bias dengan ketiga metode pengujian baik terhadap faktor A ($H_0: \tau = 0$), faktor B ($H_0: \delta = 0$), maupun interaksi antara faktor A dan faktor B ($H_0: \gamma = 0$) untuk μ = 0,2; 0,4; 0,6; dan 0,8; karena hasilnya terletak di antara 0,030 sampai 0,070 sesuai yang direkomendasikan Pearson dan Please [7]. Namun, pada kasus dua dan tiga data hilang, uji *adjusted* terhadap faktor B menghasilkan uji yang bias. dengan pendekatan Satterthwaite-Cohran (*adjusted*). Pada kasus dua data hilang terjadi bias untuk μ = 0,6; sementara pada kasus tiga data hilang terjadi bias untuk μ = 0,2; 0,4; 0,6; dan 0,8. Dengan demikian, dilihat dari ketakbiasan, uji dengan pendekatan Yates lebih baik dari pada uji *adjusted* dengan pendekatan Satterthwaite-Cochran.

Selanjutnya, hasil simulasi kuasa uji untuk kasus satu data hilang disajikan pada tabel berikut:

***Tabel 8**. Perbandingan Kuasa Uji Hipotesis 1 pada Kasus Satu Data Hilang*

μ	τ	NM	Yates	Adj	δ	NM	Yates	Adj	γ	NM	Yates	Adj
0,2	τ_0	0,057	0,045	0,054	δ_0	0,052	0,043	0,066	γ_0	0,059	0,050	0,055
	τ_1	0,174	0,079	0,110	δ_1	0,184	0,081	0,119	γ_1	0,191	0,091	0,101
	τ_2	0,509	0,213	0,376	δ_2	0,512	0,212	0,360	γ_2	0,512	0,220	0,324
	τ_3	0,819	0,443	0,773	δ_3	0,821	0,430	0,759	γ_3	0,825	0,440	0,717
	τ_4	0,973	0,748	0,959	δ_4	0,969	0,737	0,956	γ_4	0,969	0,740	0,932

	τ_5	0,999	0,892	0,997	δ_5	0,999	0,898	0,996	γ_5	0,999	0,899	0,994
	τ_6	1	0,980	1	δ_6	1	0,975	1	γ_6	0,999	0,975	1
0,4	τ_0	0,044	0,054	0,039	δ_0	0,045	0,053	0,053	γ_0	0,051	0,057	0,041
	τ_1	0,165	0,105	0,109	δ_1	0,158	0,103	0,125	γ_1	0,170	0,108	0,107
	τ_2	0,494	0,218	0,364	δ_2	0,495	0,216	0,377	γ_2	0,504	0,228	0,323
	τ_3	0,830	0,467	0,763	δ_3	0,824	0,461	0,761	γ_3	0,826	0,467	0,714
	τ_4	0,974	0,711	0,959	δ_4	0,968	0,707	0,950	γ_4	0,967	0,716	0,926
	τ_5	0,998	0,905	0,997	δ_5	0,998	0,899	0,996	γ_5	0,997	0,902	0,995
	τ_6	1	0,980	1	δ_6	1	0,977	1	γ_6	1	0,977	1
0,6	τ_0	0,040	0,050	0,051	δ_0	0,040	0,042	0,062	γ_0	0,044	0,048	0,050
	τ_1	0,174	0,105	0,118	δ_1	0,169	0,092	0,138	γ_1	0,173	0,099	0,113
	τ_2	0,518	0,233	0,419	δ_2	0,509	0,223	0,417	γ_2	0,515	0,233	0,367
	τ_3	0,813	0,463	0,761	δ_3	0,819	0,443	0,761	γ_3	0,819	0,456	0,716
	τ_4	0,978	0,741	0,95	δ_4	0,979	0,737	0,947	γ_4	0,979	0,743	0,928
	τ_5	0,999	0,886	0,994	δ_5	0,998	0,890	0,989	γ_5	0,997	0,893	0,987
	τ_6	1	0,973	1	δ_6	1	0,967	1	γ_6	0,997	0,969	1
0,8	τ_0	0,051	0,050	0,049	δ_0	0,054	0,049	0,064	γ_0	0,058	0,055	0,051
	τ_1	0,180	0,096	0,134	δ_1	0,179	0,092	0,129	γ_1	0,183	0,104	0,112
	τ_2	0,489	0,225	0,364	δ_2	0,480	0,217	0,369	γ_2	0,487	0,225	0,323
	τ_3	0,834	0,473	0,773	δ_3	0,829	0,468	0,762	γ_3	0,832	0,482	0,717
	τ_4	0,967	0,718	0,951	δ_4	0,967	0,705	0,937	γ_4	0,966	0,709	0,919
	τ_5	0,999	0,885	0,998	δ_5	0,998	0,879	0,999	γ_5	0,998	0,880	0,996
	τ_6	1	0,978	1	δ_6	1	0,98	1	γ_6	1	0,980	1

Hasil simulasi untuk kasus dua data hilang disajikan pada tebel berikut:

Tabel 9*. Perbandingan Kuasa Uji Hipotesis 1 pada Kasus Satu Data Hilang*

μ	τ	NM	Yates	Adj	δ	NM	Yates	Adj	γ	NM	Yates	Adj
0,2	τ_0	0,047	0,061	0,050	δ_0	0,049	0,050	0,069	γ_0	0,053	0,063	0,047
	τ_1	0,147	0,092	0,113	δ_1	0,151	0,089	0,146	γ_1	0,157	0,102	0,110
	τ_2	0,521	0,280	0,367	δ_2	0,513	0,256	0,374	γ_2	0,525	0,271	0,298
	τ_3	0,829	0,471	0,761	δ_3	0,810	0,460	0,721	γ_3	0,813	0,482	0,626
	τ_4	0,975	0,738	0,956	δ_4	0,969	0,718	0,915	γ_4	0,963	0,729	0,870
	τ_5	0,997	0,878	0,994	δ_5	0,996	0,875	0,987	γ_5	0,992	0,878	0,979
	τ_6	0,999	0,978	1	δ_6	0,999	0,972	1	γ_6	0,997	0,973	1
0,4	τ_0	0,050	0,049	0,049	δ_0	0,055	0,057	0,061	γ_0	0,062	0,069	0,036
	τ_1	0,151	0,105	0,118	δ_1	0,159	0,099	0,144	γ_1	0,165	0,111	0,098
	τ_2	0,507	0,227	0,374	δ_2	0,494	0,210	0,377	γ_2	0,507	0,231	0,300
	τ_3	0,853	0,439	0,751	δ_3	0,837	0,431	0,712	γ_3	0,845	0,455	0,615
	τ_4	0,965	0,732	0,958	δ_4	0,961	0,711	0,928	γ_4	0,961	0,729	0,882
	τ_5	0,996	0,903	0,997	δ_5	0,996	0,890	0,989	γ_5	0,995	0,896	0,979
	τ_6	1	0,975	1	δ_6	1	0,968	0,999	γ_6	0,997	0,967	0,999
0,6	τ_0	0,053	0,057	0,049	δ_0	0,054	0,056	0,078	γ_0	0,062	0,065	0,054

	τ_1	0,153	0,098	0,102	δ_1	0,142	0,100	0,136	γ_1	0,155	0,117	0,093
	τ_2	0,489	0,231	0,396	δ_2	0,486	0,218	0,400	γ_2	0,504	0,244	0,315
	τ_3	0,808	0,447	0,757	δ_3	0,796	0,434	0,725	γ_3	0,802	0,446	0,635
	τ_4	0,982	0,717	0,960	δ_4	0,969	0,699	0,920	γ_4	0,969	0,714	0,871
	τ_5	0,996	0,901	0,999	δ_5	0,995	0,889	0,992	γ_5	0,997	0,892	0,981
	τ_6	1	0,970	0,999	δ_6	1	0,959	0,998	γ_6	0,999	0,965	0,998
0,8	τ_0	0,055	0,040	0,057	δ_0	0,060	0,042	0,069	γ_0	0,063	0,048	0,045
	τ_1	0,150	0,099	0,127	δ_1	0,140	0,086	0,149	γ_1	0,155	0,104	0,107
	τ_2	0,484	0,225	0,371	δ_2	0,470	0,211	0,388	γ_2	0,480	0,229	0,303
	τ_3	0,810	0,494	0,756	δ_3	0,803	0,469	0,721	γ_3	0,808	0,491	0,633
	τ_4	0,976	0,731	0,961	δ_4	0,968	0,708	0,937	γ_4	0,967	0,724	0,906
	τ_5	0,998	0,885	0,995	δ_5	0,997	0,874	0,991	γ_5	0,990	0,881	0,978
	τ_6	0,999	0,974	1	δ_6	0,999	0,966	0,999	γ_6	0,997	0,966	0,999

Selanjutnya, hasil simulasi untuk kasus tiga data hilang disajikan pada tebel berikut:

***Tabel 10**. Perbandingan Kuasa Uji Hipotesis 1 pada Kasus Satu Data Hilang*

μ	τ	NM	Yates	Adj	δ	NM	Yates	Adj	γ	NM	Yates	Adj
0,2	τ_0	0,049	0,049	0,052	δ_0	0,044	0,045	0,095	γ_0	0,057	0,067	0,042
	τ_1	0,166	0,092	0,113	δ_1	0,147	0,093	0,152	γ_1	0,167	0,110	0,092
	τ_2	0,488	0,230	0,373	δ_2	0,470	0,221	0,366	γ_2	0,491	0,248	0,260
	τ_3	0,804	0,474	0,772	δ_3	0,782	0,445	0,699	γ_3	0,789	0,481	0,582
	τ_4	0,964	0,719	0,955	δ_4	0,960	0,682	0,925	γ_4	0,956	0,698	0,837
	τ_5	0,995	0,886	0,998	δ_5	0,994	0,867	0,981	γ_5	0,989	0,877	0,955
	τ_6	1	0,974	1	δ_6	1	0,968	1	γ_6	0,995	0,966	0,994
0,4	τ_0	0,045	0,046	0,049	δ_0	0,042	0,044	0,086	γ_0	0,057	0,063	0,050
	τ_1	0,184	0,096	0,107	δ_1	0,168	0,094	0,147	γ_1	0,194	0,113	0,102
	τ_2	0,501	0,227	0,354	δ_2	0,483	0,223	0,352	γ_2	0,501	0,251	0,237
	τ_3	0,831	0,465	0,759	δ_3	0,809	0,437	0,695	γ_3	0,816	0,458	0,552
	τ_4	0,958	0,693	0,961	δ_4	0,945	0,668	0,913	γ_4	0,943	0,697	0,842
	τ_5	0,998	0,902	0,998	δ_5	0,997	0,879	0,989	γ_5	0,993	0,888	0,965
	τ_6	1	0,972	1	δ_6	1	0,960	1	γ_6	0,997	0,964	0,999
0,6	τ_0	0,048	0,047	0,047	δ_0	0,043	0,044	0,086	γ_0	0,054	0,066	0,052
	τ_1	0,168	0,086	0,124	δ_1	0,154	0,083	0,157	γ_1	0,174	0,102	0,087
	τ_2	0,486	0,229	0,382	δ_2	0,462	0,212	0,393	γ_2	0,484	0,237	0,268
	τ_3	0,822	0,464	0,768	δ_3	0,809	0,444	0,706	γ_3	0,813	0,472	0,569
	τ_4	0,967	0,731	0,948	δ_4	0,960	0,703	0,898	γ_4	0,956	0,729	0,821
	τ_5	0,997	0,912	0,998	δ_5	0,997	0,886	0,990	γ_5	0,995	0,897	0,963
	τ_6	1	0,966	1	δ_6	1	0,956	1	γ_6	0,992	0,960	0,994
0,8	τ_0	0,036	0,044	0,059	δ_0	0,037	0,041	0,094	γ_0	0,045	0,056	0,049
	τ_1	0,171	0,091	0,123	δ_1	0,168	0,084	0,159	γ_1	0,195	0,098	0,097
	τ_2	0,501	0,239	0,389	δ_2	0,487	0,207	0,383	γ_2	0,504	0,242	0,267
	τ_3	0,845	0,468	0,774	δ_3	0,820	0,450	0,701	γ_3	0,823	0,485	0,552
	τ_4	0,976	0,746	0,957	δ_4	0,969	0,710	0,916	γ_4	0,967	0,722	0,830
	τ_5	0,996	0,885	0,996	δ_5	0,993	0,858	0,988	γ_5	0,988	0,868	0,962

τ_6	1	0,975	1	δ_6	1	0,965	1	γ_6	0,994	0,968	0,998

Tabel 8, 9 dan 10 menunjukkan bahwa pada kasus satu, dua, dan tiga data hilang, uji H_0 dengan $\alpha = 0{,}05$ menggunakan ketiga metode pengujian, yaitu uji standar, uji dengan pendekatan Yates, dan uji *adjusted* untuk $\mu =$ 0,2; 0,4; 0,6; dan 0,8 menghasilkan nilai yang terkecil, baik uji terhadap faktor A, faktor B, maupun interaksi antara faktor A dan faktor B. Hal ini disebabkan karena pada uji H_0, baik τ, δ, ataupun γ yang digunakan adalah nol, berarti H_0 benar. Dengan demikian akan sedikit yang menolak H_0.

Pada uji alternatif (H_1) untuk *increment* 3, 6, 9, 12, 15, dan 18, nilai kuasa uji untuk faktor A, faktor B, maupun interaksi antara faktor A dan faktor B yang diperoleh semakin besar baik dengan uji standar, uji dengan pendekatan Yates, maupun uji dengan pendekatan Satterthwaite-Cochran. Hal ini menunjukkan bahwa dengan semakin menjauhnya nilai parameter dari H_0 maka peluang untuk menolak H_0 di mana H_0 tersebut salah juga semakin besar. Nilai kuasa uji yang mendekati uji standar adalah uji adjusted dengan pendekatan Satterthwaite-Cochran. Dengan demikian, dilihat dari kuasa ujinya maka uji *adjusted* lebih baik dibandingkan uji dengan pendekatan Yates.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan bahwa: (1)Secara analitik, pendugaan hingga tiga data hilang pada rancangan *strip plot* dengan meminimumkan jumlah kuadrat galat menghasilkan kuadrat tengah galat yang tak bias. Namun, pada kuadrat tengah perlakuan terjadi bias ke atas (positif). (2) Pendekatan Satterthwaite-Cochran dapat digunakan untu menghilangkan bias tersebut sedemikian sehingga nilai harapan kuadrat tengah *adjusted* sama dengan nilai harapan kuadrat tengah bila tidak ada data yang hilang. (3) Hasil simulasi menunjukkan bahwa bila dilihat dari ketakbiasannya, uji dengan pendekatan Yates lebih baik dibandingkan dengan uji *udjusted*. Namun, bila dilihat dari kuasa ujinya, uji *adjusted* yang lebih baik dibandingkan uji dengan pendekatan Yates.

REFERENCES

[1]. Usman, M. & Warsono. (2003). Analisis Data Hilang pada Model Desain Eksperimen. *Proceedings Conference Statistical and Mathematical science of Islamic Society in South East Asia Region.* Universitas Islam Bandung. 25-26 April 2003.

[2]. Sriliana, I. (2013). Penduga Data Hilang pada rancangan Bujur Sangkar Latin Dasar. *Kumpulan Makalah Seminar Semirata*. Universitas Lampung.

[3]. Supartini, E. (2015). Mengestimasi Beberapa Data Hilang (*Missing Data*) dan Analisis Varians untuk Rancangan Blok Acak Sempurna. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika*. UMS.

[4]. Kinansi, R. (2017). Pendugaan Data Hilang pada Rancangan Percobaan Uji Daya Buruh Ekstrak Etanol Akar Tumbuhan Tuba terhadap Kecoa Amerika (*Periplaneta Americana*) Menggunakan Metode Yates. *Buletin Penelitian Kesehatan*. 45(3):205-214.

[5]. Wuryandari, T., Wilandari, Y., & Afifah, N., (2008). Rancangan *Strip Plot* Model Tetap. *Media Statistika*. 1(1):35-42.

[6]. Bancroft, T.A. 1968. *Topics in Intermediate Statistical Methods*. Vol. 1. Lowa University. Ames.

[7]. Pearson, E.S. & Please, N.W. Relation Between the Shape of Population Distribution and the Robustness of Four Simple Test Statistics . Biometrika. 6:223-241.