

Received: 6 December 2021

Revised: 12 June 2022

Accepted: 27 June 2022

Published: 30 June 2022

Penggunaan *Systematic Point Sample* Sebagai *Area Master Frame* dalam Mengestimasi Luas Panen Padi (Studi Simulasi Sampling di Kecamatan Denpasar Timur Tahun 2019)

Hazanul Zikra^{1, a)}, Widyono Pura Buana^{2, b)}

Email: ^{a)} hazanul.zikra@bps.go.id, ^{b)} widiyo@bps.go.id

Abstract

Statistic Indonesia (BPS) developed the Area Frame Survey (AFS) in estimating paddy harvested area. AFS is a method for collecting harvested area data which was previously carried out using eye estimate. Even though objective sampling has been applied with a two-stage non-stratified point sampling (point clustered by square segment), the use of a square segment has the potential to generate bias due to the potential for observation points to fall outside the target population (paddy field). This study aims to analyze an alternative AFS using the EUROSTAT recommended design, namely two-phase unclustered point sampling (systematic point sampling frame). The method used is a sampling simulation using rice field population map of East Denpasar in February 2019. East Denpasar was chosen by considering the agricultural potential of rice plants and being one of the contributors to high rice productivity in the Province of Bali, Indonesia. The simulation results show that the use of point sample frame provides a better level of accuracy and efficiency than segment sample frame. The MSE of the simulation result of the systematic point sample which is smaller than the ASF method currently used by BPS.

Keywords: area frame, sampling design, sampling simulation, MSE, accuracy

Abstrak

Badan Pusat Statistik (BPS) telah mengembangkan survei Kerangka Sampel Area (KSA) dalam mengestimasi luas panen padi. Survei KSA merupakan perbaikan metode pengumpulan data luas panen yang sebelumnya dilakukan menggunakan *eye estimate*. Meskipun sudah menerapkan kaidah sampling yang objektif dengan desain *two-stage non-stratified point sampling (point clustered by square segment)*, penggunaan segmen persegi pada KSA berpotensi menghasilkan bias karena adanya potensi titik amatan jatuh di luar populasi target (sawah). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis alternatif metode KSA menggunakan desain yang EUROSTAT, yaitu *two-phase unclustered point sampling (kerangka sampel titik sistematis)*. Metode yang digunakan adalah simulasi sampling menggunakan peta populasi sawah Denpasar Timur pada Februari 2019. Kecamatan Denpasar Timur dipilih dengan mempertimbangkan potensi pertanian tanaman padi dan menjadi salah satu penyumbang produktivitas padi yang tinggi di Provinsi Bali, Indonesia. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa penggunaan kerangka sampel titik memberikan tingkat akurasi dan efisiensi lebih baik dibandingkan kerangka sampel *segment* pada survei KSA. Hal ini terlihat dari nilai Mean Square Error (MSE) hasil simulasi kerangka sampel titik (*systematic point sample*) yang lebih kecil dibandingkan metode KSA yang saat ini digunakan oleh BPS.

Kata-kata kunci: *area frame, desain sampling, simulasi sampling, MSE, akurasi*

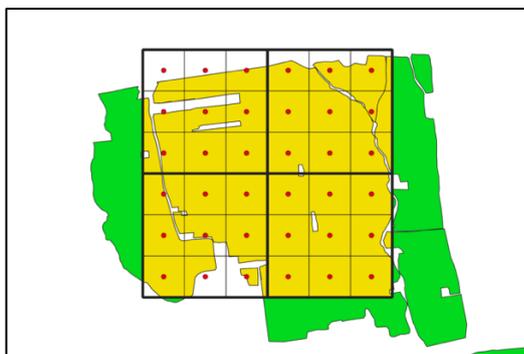
PENDAHULUAN

Akurasi data pangan merupakan salah satu fondasi dalam mewujudkan pemulihan ekonomi nasional. Data pangan yang akurat dapat menggambarkan struktur pangan nasional sehingga dapat digunakan menghasilkan kebijakan yang tepat sasaran (BPS, 2017). Oleh sebab itu, Badan Pusat Statistik (BPS) terus berinovasi menghasilkan data pangan berkualitas, salah satunya penggunaan Kerangka Sampel Area (KSA). Metode KSA merupakan perbaikan dari metode yang sebelumnya digunakan oleh BPS dalam mengestimasi luas panen padi dengan menggunakan *eye estimate* (pandangan mata). Pengumpulan data luas panen bersama dengan data lain seperti luas tanam akhir bulan, luas puso dan luas tanam baru dilakukan oleh Mantri Tani berdasarkan luas baku sawah (Mubekti dan Sumargana, 2016). Sangat sulit bagi mantri tani untuk memperkirakan luasan padi dalam wilayah kecamatan yang luas. Oleh karena itu mereka memperkirakan luasan padi secara subyektif berdasarkan pandangan mata. Sistem pengumpulan data ini tidak didasarkan pada kaidah-kaidah statistika, sehingga hasilnya bias karena faktor subyektivitas petugasnya.

KSA merupakan survei yang dilakukan dalam mengestimasi luas panen tanaman pertanian. Sejak tahun 2018, BPS sudah menerapkan survei KSA untuk mengestimasi luas panen padi dan jagung. Unit sampling KSA berupa segmen persegi berbatas khayal (*artificial square segment*) dengan ukuran 300 meter \times 300 meter untuk komoditas padi dan 100 meter \times 100 meter untuk komoditas jagung. Khusus untuk tanaman padi, pengamatan setiap sampel segmen diwakili oleh 9 (sembilan) titik amatan yang dipilih secara sistematis pada segmen *Desain sampling* yang digunakan pada KSA adalah *aligned systematic random sampling with a distance threshold 1 km* (Badan Pusat Statistik, 2017). Metode KSA tidak hanya mampu menghasilkan estimasi luas panen pada periode pencacahan, namun juga memiliki kemampuan untuk mengestimasi angka potensi panen hingga 3 (tiga) bulan ke depan sejak periode survei.

Metode KSA memang sudah menerapkan kaidah pengumpulan yang sesuai kaidah statistika melalui proses sampling yang objektif sehingga tingka kesalahan dapat diestimasi, namun masih diperlukan pengembangan lebih lanjut terkait unit sampling yang digunakan (PKL 58 Polstat STIS, 2019). Penggunaan kerangka sampel segmen persegi dengan alokasi sampel titik amatan secara sistematis pada segmen berpotensi menghasilkan *biased* estimasi pada luas panen atau fase tumbuh padi yang diamati pada KSA (J. Gallego & Delincé, 2010). Hal ini terjadi karena penggunaan titik amatan dengan posisi tetap pada segmen menyebabkan titik amatan memiliki potensi di luar sawah yang menjadi populasi target sehingga *estimator* relatif tidak efisien (Gallego, 2013).

Temuan lain yang berpotensi menghasilkan bias pada penggunaan kerangka sampel segmen persegi adalah untuk menjadi sebuah segmen populasi yang berpeluang dipilih sebagai sampel, segmen tersebut setidaknya harus mencakup 50 persen wilayah populasi target (Gallego, 1995). Artinya, luas sebuah segmen harus mengandung minimal 50 persen sawah. Aturan ini membuat sawah-sawah dengan bentuk dan sebaran yang tidak teratur (*irregular shape*) serta cenderung tidak mengelompok berpotensi tidak tercakup ke dalam wilayah populasi target (Zikra & Buana, 2020). Sementara itu, segmen dialokasi secara sistematis dengan posisi tetap sehingga berpotensi menghasilkan estimasi yang *biased frame undercoverage error* (Gallego, 1995). Ilustrasi pembangunan segmen persegi ditunjukkan pada GAMBAR 1.



GAMBAR 1. Contoh Area yang Tidak Tercakup (Hijau) pada Kerangka Sampel Segmen.

Rancangan sampling dengan unit berupa segmen persegi pernah diterapkan di Eropa pada *Land and Use Area-frame Survey* (LUCAS 2003) tahun 2003 dengan *desain sampling two-stage non-stratified point sampling* (Gallego, 2003). Namun, Eurostat melakukan perubahan desain unit sampling LUCAS menjadi *two-phase unclustered point sampling* (LUCAS 2006) pada tahun 2006 (Gallego, 2013). Studi dari *Italian AGRIT Survey* menunjukkan bahwa penggunaan kerangka sampel titik sistematis relatif lebih efisien dibandingkan segmen dengan posisi titik yang tersusun secara sistematis pada segmen (Gallego, 2013).

Adanya kesalahan dalam perhitungan luas panen berpotensi membawa masalah pada kesalahan perhitungan produksi padi yang dilakukan oleh BPS (PKL 58 Polstat STIS, 2019). Pengambilan kebijakan menjadi tidak tepat sasaran sehingga pemerintah berpotensi salah dalam pengambilan kebijakan. Data pangan yang akurat harus terus dihasilkan untuk menghasilkan kebijakan yang tepat sasaran dan tidak salah di kemudian hari. Oleh karena itu, diperlukan mengkaji metode alternatif yang dapat digunakan untuk menghasilkan data pangan yang akurat menggunakan metode yang direkomendasikan dalam LUCAS 2006.

Berdasarkan latar belakang dan literatur di atas, penelitian ini bertujuan menganalisis hasil estimasi dan tingkat akurasi *estimator* menggunakan kerangka sampel titik seperti yang diterapkan pada LUCAS 2006 melalui simulasi sampling. Penelitian ini juga bertujuan menganalisis perbandingan akurasi dan efisiensi survei dengan kerangka sampel area menggunakan *systematic point master frame dengan square segment master frame* segmen persegi dengan kendala ukuran sampel dan kendala biaya. Penelitian dilakukan dengan mengambil wilayah populasi di Kecamatan Denpasar Timur menggunakan data tahun 2019. Denpasar Timur dipilih karena merupakan salah satu kecamatan provitas padi tertinggi di Bali bahkan di Indonesia dengan sebaran sawah yang lebih homogen dan mengelompok. Data yang digunakan merupakan data pada tahun 2019. Data tahun 2019 dipilih karena dihasilkan melalui proses deliniasi secara langsung oleh petugas PKL Politeknik Statistika STIS dan pertama kali dilakukan di Politeknik Statistika STIS bahkan di BPS.

METODOLOGI

Bahan dan Data

Data yang digunakan adalah data *spatial cross sectional* peta hasil deliniasi lahan baku sawah di Kecamatan Denpasar Timur tahun 2019 yang memuat informasi bentuk, sebaran, luas area geografis, serta fase tumbuh padi (PKL 58 Polstat STIS, 2019). Data tersebut diperoleh dari hasil deliniasi lahan baku sawah di Bulan Februari 2019 dari kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) Angkatan 58 Politeknik Statistika STIS.

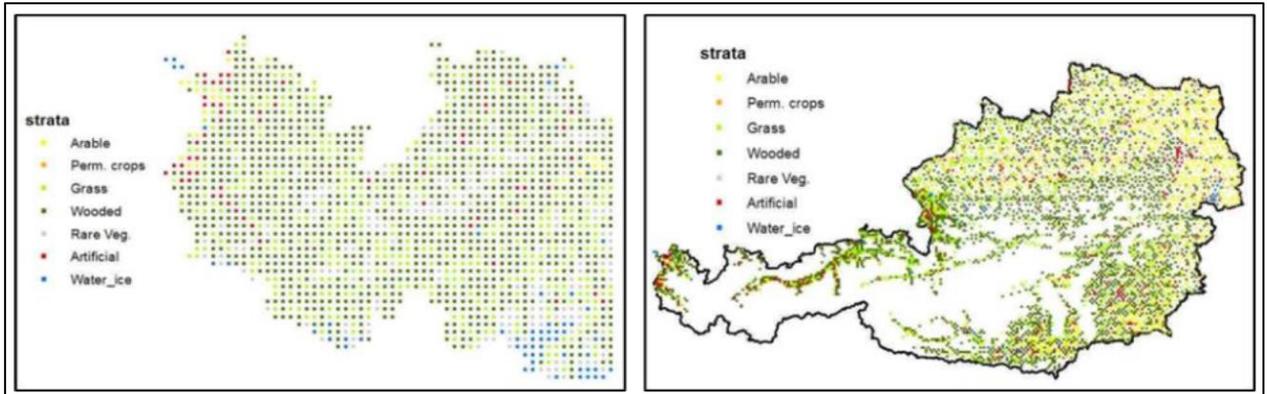
Metode Penelitian

Penelitian ini berfokus untuk menganalisis efisiensi dan akurasi penggunaan desain sampling *two-phase unclustered point sampling*. Melalui desain ini, pengambilan sampel fase pertama dilakukan dengan mengalokasikan titik secara sistematis dengan interval 100 meter. Sampel titik tersebut selanjutnya diekstraksi untuk dilakukan stratifikasi ke dalam kelompok sawah dan non sawah. Sampel-sampel yang jatuh di luar sawah kemudian dieliminasi, sedangkan sampel-sampel titik sistematis yang jatuh di sawah selanjutnya akan menjadi kerangka sampel. Pembentukan kerangka sampel juga dilakukan seperti yang diterapkan pada survei KSA BPS untuk komoditas padi dengan desain *point clustered by square segment (two-stage non-stratified point sampling)*. Untuk mempermudah penjelasan operasional, maka metode *two-phase unclustered point sampling* dilambangkan dengan M2, sedangkan metode *point clustered by square segment* seperti KSA BPS dilambangkan dengan M1. Setelah kerangka sampel terbentuk, langkah selanjutnya adalah melakukan iterasi pengambilan sampel sebanyak 1.000 kali. Secara rinci, tahapan analisis mulai dari pembangunan kerangka sampel hingga perhitungan akurasi dan efisiensi dengan kendala sampel yang sama dan biaya yang sama ditunjukkan pada TABEL 1.

TABEL 1 Tahapan Penelitian Secara Umum

No.	Tahapan Analisis	Metode Sampling	Deskripsi
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Pembangunan kerangka sampel	M1	<ul style="list-style-type: none"> • Tumpang susun peta wilayah Denpasar Timur, peta lahan baku sawah Denpasar Timur, peta hasil delineasi lahan sawah Denpasar Timur menurut fase tumbuh padi, dan blok 6 km × 6 km yang bersumber dari BPS. • Pembangunan segmen berukuran 300 meter × 300 meter menggunakan blok KSA BPS. • Segmen dengan yang areanya minimal 50% mengandung sawah diambil sebagai kerangka sampel. • Pembuatan sub segmen 100 meter × 100 meter pada kerangka sampel segmen. • Pembuatan titik amatan untuk masing-masing sub segmen dengan batas toleransi radius amatan 10 meter.
		M2	<ul style="list-style-type: none"> • Tumpang susun peta wilayah Denpasar Timur, peta lahan baku sawah Denpasar Timur, peta hasil delineasi lahan sawah Denpasar Timur menurut fase tumbuh padi, dan blok 6 km × 6 km yang bersumber dari BPS. • Pengalokasian sampel titik secara sistematis (<i>systematic dot sampling</i>) dengan interval jarak 100 meter. • Stratifikasi titik sistematis dengan mengekstraksi titik-titik untuk memperoleh strata titik (strata sawah dan non sawah). Ekstraksi titik dilakukan menggunakan radius amatan 10 meter. • Titik-titik yang jatuh di strata non sawah dieliminasi sehingga yang tinggal hanya titik-titik yang jatuh di sawah.
2	Simulasi sampling (iterasi 1.000 kali)	M1	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel segmen secara acak dengan ukuran tertentu.
		M2	<ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel juga disesuaikan dengan fungsi biaya.
3	Perhitungan akurasi dan biaya	M1	<ul style="list-style-type: none"> • Perhitungan tingkat akurasi menggunakan nilai <i>mean square error</i> (MSE). • MSE dapat dihitung karena populasi dapat dihitung. • Menganalisis efisiensi M1 terhadap M2.
		M2	<ul style="list-style-type: none"> • Dengan mengasumsikan sumber kesalahan hanya pada kesalahan kerangka sampel, maka <i>biased</i> diasumsikan bersumber dari <i>frame undercoverage error</i>. • Biaya dibangun menggunakan alokasi biaya pengamatan sampel BPS.

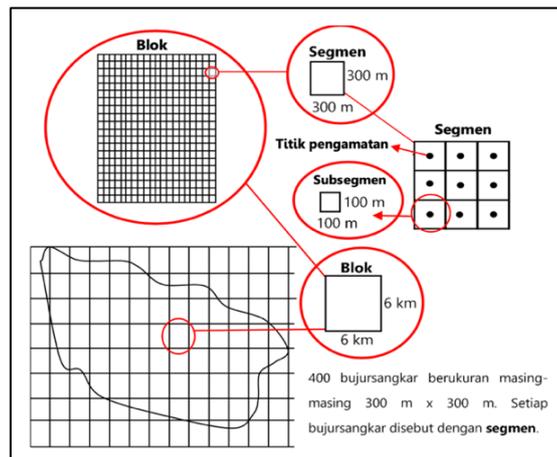
Secara rinci, pengambilan sampel seperti yang diterapkan pada LUCAS 2006 merupakan hasil dari pengembangan desain survei berbasis area yang diterapkan pada LUCAS 2003 dengan unit populasi berupa segmen. Pada LUCAS 2006, pengambilan sampel fase pertama dilakukan dengan mengalokasikan sampel titik secara sistematis menggunakan batasan blok 18 km × 18 km. Sampel blok tersebut kemudian direplikasi pada blok-blok lain. Adapun ilustrasinya ditunjukkan pada GAMBAR 2.



Sumber: F. J. Gallego (2013)

GAMBAR 2. Hasil Pengambilan Sampel 1st Phase (Kiri) dan Sampel 2nd Phase (Kanan)

Sementara itu, KSA BPS menggunakan kerangka sampel segmen berbentuk persegi (*square segment*). Pengambilan sampel tahap pertama dilakukan menggunakan blok persegi berukuran 6 km × 6 km dengan metode *aligned systematic with distance threshold* 1 km. Sedangkan pengambilan sampel tahap dua dilakukan dengan mengalokasikan titik secara sistematis sebanyak 9 (sembilan) titik dengan interval 100 meter. Ilustrasi pembangunan kerangka sampel segmen ditunjukkan pada GAMBAR 3.



Sumber: BPS (2017)

GAMBAR 3. Proses Pembangunan Kerangka Sampel Segmen Persegi (Square Segment)

Setelah kerangka sampel terbentuk, tahapan selanjutnya adalah melakukan simulasi sampling dengan iterasi sebanyak 1.000 kali untuk setiap *desain sampling*. Iterasi sampling dilakukan karena keterbatasan dalam melakukan pengambilan sampel menggunakan *all possible samples* sehingga untuk mengantisipasi hal tersebut, maka iterasi dilakukan dalam jumlah yang besar sehingga ukuran dari seluruh iterasi menyamai estimasi jika mengambil *all possible outcome*. Namun, sebelum melakukan pengambilan sampel, untuk memperoleh nilai amatan maka titik-titik amatan dieskraksi terlebih dahulu. Ekstraksi nilai amatan dilakukan untuk memperoleh fase tumbuh yang terdapat pada titik yang menjadi sampel tersebut.

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan tingkat akurasi melalui perhitungan *total error* (MSE). Perhitungan komponen *error* dilakukan dengan menghitung nilai *sampling variance* dan *biased frame undercoverage* yang diperoleh untuk setiap metode. Perhitungan estimasi luas fase tumbuh padi pada rancangan LUCAS 2006 dilakukan dengan metode estimasi luas melalui perhitungan proporsi titik dengan fase ke-*j* (J. Gallego & Delincé, 2010). Pengambilan sampel dari populasi titik sistematis dilakukan menggunakan rancangan *simple random sampling without replacement* (SRS-WOR). Untuk

unit sampling berupa titik dengan populasi berhingga maka perhitungan estimasi luas fase ke- j yang diambil secara SRS-WOR adalah (Asra & Prasetyo, 2015).

$$\hat{A}_j = D p_j = D \frac{a_j}{n} \tag{1}$$

dengan:

- \hat{A}_j : estimasi luas fase tumbuh ke- j
- D : luas lahan baku sawah
- p_j : proporsi sampel titik yang jatuh pada fase tumbuh ke- j
- a_j : banyaknya sampel titik yang jatuh pada fase tumbuh ke- j
- n : banyak sampel titik

Sementara itu, estimasi varians *sampling* dari rancangan LUCAS 2006 adalah (F. J. Gallego, 2013).

$$v(\hat{A}_j) = D^2 (1 - f) \frac{p_j(1 - p_j)}{n} = D^2 \left(1 - \frac{n}{N} \right) \frac{p_j(1 - p_j)}{n} \tag{2}$$

dengan:

- N : populasi sampel titik
- f : fraksi sampling

Perhitungan estimasi parameter luas fase ke- j untuk kerangka sampel segmen persegi adalah sebagai berikut (F. J. Gallego, 1995).

$$\hat{A}_j = D \bar{p}_j = D \sum_{i=1}^n \frac{p_{ij}}{n} \tag{3}$$

dengan:

- \hat{A}_j : estimasi luas fase tumbuh ke- j
- D : luas lahan baku sawah
- \bar{p}_j : estimasi rata-rata proporsi fase tumbuh ke- j
- p_{ij} : populasi sampel titik
- n : banyak sampel segmen

Perhitungan estimasi parameter luas fase ke- j dan *varians* sampling untuk kerangka sampel segmen persegi mengikuti kaidah pengambilan sampel SRS-WOR (F. J. Gallego, 1995).

$$v(\hat{A}_j) = D^2 (1 - f) \frac{s_j^2}{n} = D^2 \left(1 - \frac{n}{N} \right) \frac{\sum_{i=1}^n (p_{ij} - \bar{p}_j)^2}{n(n-1)} \tag{4}$$

dengan:

- s_j^2 : varians data sampel pada fase tumbuh ke- j
- f : fraksi sampling
- N : populasi sampel titik

Untuk menganalisis perbandingan tingkat akurasi hasil estimasi, komponen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Total Error* yang representasikan oleh nilai MSE. Penelitian ini mengasumsikan bahwa *nonsampling error* hanya bersumber dari *frame coverage error*. Secara matematis MSE dapat dihitung menggunakan formula berikut (Biemer & Lyberg, 2003)(Kish, 1965).

$$MSE = Bias_{FC}^2 + v \tag{5}$$

Sementara itu, perbandingan hasil estimasi juga dianalisis menggunakan nilai *relative efficiency* (RE). Nilai efisiensi penduga menggunakan metode *two-phase unclustered point sampling* (M2) terhadap *two-stage non-stratified point sampling* (KSA BPS/M1) dihitung menggunakan formula berikut (Cochran, 1977).

$$RE = \frac{MSE_{M2}}{MSE_{M1}} \tag{6}$$

dengan:

RE : *relative efficiency* M2 terhadap M1

MSE_{M2} : MSE *two-phase unclustered point sampling*

MSE_{M1} : MSE *two-stage non-stratified point sampling/point clustered by square segment* (KSA BPS)

Selanjutnya, komponen biaya survei dihitung dengan fungsi biaya (C) dengan total jarak titik amatan (S₁ dalam km) dan rata-rata jarak antar segmen (\bar{S}_2 dalam km) sebagai variabel penentu biaya. Komponen biaya dihitung menggunakan fungsi biaya dengan mempertimbangkan alokasi anggaran yang ditetapkan oleh BPS, yaitu sebesar Rp120.000,00 per segmen. Biaya dihitung dengan mempertimbangkan jarak yang harus dilalui petugas dalam mengamati titik amatan (c₁), segmen (c₂), dan jumlah titik sampel (n), sehingga fungsi biaya dapat dirumuskan sebagai berikut (Cochran, 1977).

$$C = \frac{n}{9} (c_1 S_1 + c_2 \bar{S}_2) \tag{7}$$

Selanjutnya, komponen biaya survei dihitung dengan fungsi biaya dengan jarak sebagai variabel penentu biaya. Komponen biaya dihitung menggunakan fungsi biaya dengan mempertimbangkan alokasi anggaran yang dikeluarkan BPS untuk mengamati sampel KSA. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa rata-rata jarak antar segmen dalam kerangka sampel KSA BPS adalah sebesar 3.178,092 meter (3,18 km). Penelitian ini mengasumsikan biaya yang ditempuh setiap segmen sebesar Rp10.000,00 per kilometer. Angka tersebut mempertimbangkan tarif dan kesulitan medan akses yang relatif mudah untuk melakukan perpindahan dari segmen ke segmen dibandingkan antar titik dalam segmen. Berdasarkan skenario tersebut, maka fungsi biaya (C) yang terbentuk adalah sebagai berikut.

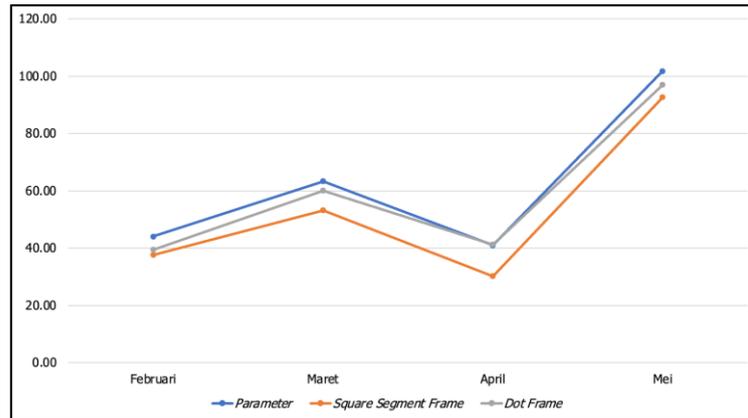
$$C = \frac{n}{9} (98.021,2 S_1 + 10.000 \bar{S}_2) \tag{8}$$

Sementara itu, desain sampling *two-phase unclustered point sampling* memiliki sebaran titik yang tidak mengelompok membentuk klaster seperti KSA BPS, sehingga diasumsikan bahwa jarak tempuh yang dilalui sama dengan mengamati sampel segmen dan biaya diasumsikan tetap Rp10.000,00 per sampel dan \bar{S} menyatakan rata-rata jarak titik amatan, maka fungsi biaya (C) yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$C = \frac{n}{9} (10.000 \bar{S}) \tag{9}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengacu pada data populasi yang digunakan, terlihat bahwa estimasi luas panen terbesar di Denpasar Timur dalam periode Februari – Mei 2019 berpotensi terjadi pada bulan Mei 2019. Hal ini tergambar dari angka potensi panen padi lebih dari 100 hektar pada bulan tersebut yang ditunjukkan oleh nilai parameter luas tanaman padi dengan fase vegetatif awal yang memiliki proporsi tertinggi dibanding fase tumbuh padi lainnya. Sementara itu, estimasi luas panen padi pada bulan Februari di Kecamatan Denpasar Timur kurang dari 50 hektar. Hal ini terjadi karena puncak panen terjadi pada bulan Mei 2019 dan pada bulan Februari 2019 sebagian besar petani di Denpasar Timur baru mulai melakukan penanaman padi secara serentak. Hasil dari penelitian ini memperlihatkan bahwa penggunaan *Systematic Point Sampling* cenderung mendekati nilai parameter.

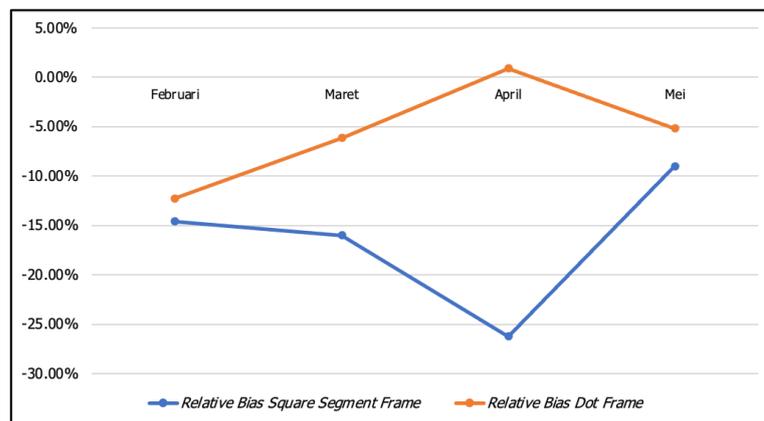


Keterangan: Maret – Mei merupakan angka potensi panen

GAMBAR 4. Estimasi Parameter Luas Panen Padi Kec. Denpasar Timur Bulan Februari – Mei 2019

GAMBAR 4 memperlihatkan hasil estimasi parameter luas panen padi di Kec. Denpasar Timur pada bulan Februari 2021 dan angka potensi luas panen pada bulan Maret – Mei 2021. Terlihat bahwa hasil estimasi dari masing-masing kerangka sampel, baik titik maupun segmen, selalu berada di bawah nilai parameter luas panen yang diestimasi (*underestimation*). Hal ini terjadi karena kerangka sampel area dibentuk dari sampel-sampel segmen yang diwakili oleh titik-titik amatan pada wilayah populasi target sehingga terdapat kecenderungan tidak adanya peluang bagi titik-titik di luar kerangka sampel untuk terpilih sebagai segmen. Namun, jika dicermati lebih lanjut, terlihat bahwa penggunaan kerangka sampel titik memiliki nilai estimasi luas panen yang relatif mendekati nilai parameter dibandingkan penggunaan kerangka sampel segmen persegi.

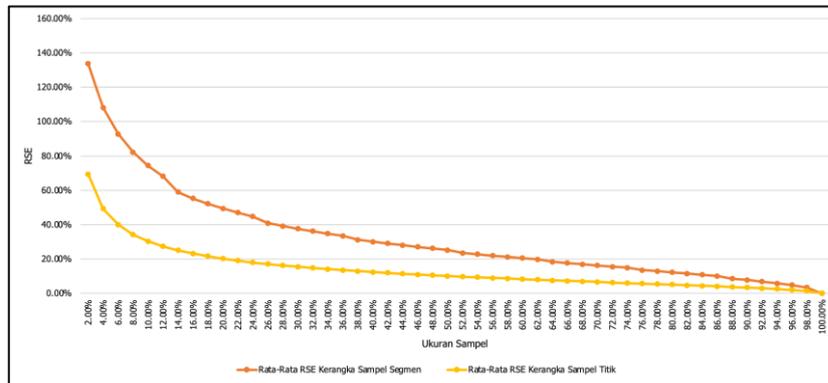
Untuk melihat tingkat akurasi dari estimasi parameter yang dihasilkan dari penggunaan kerangka sampel titik dan segmen persegi pada survei kerangka sampel area, maka selanjutnya dilakukan perhitungan nilai bias dan *sampling variance* dari masing-masing *area frame*. Secara umum, nilai bias yang diperoleh tidak dipengaruhi oleh jumlah sampel amatan karena bias yang diperoleh diasumsikan hanya bersumber dari *frame coverage error* (Zikra & Buana, 2020). Untuk mempermudah menganalisis bias estimasi yang dihasilkan, maka nilai bias estimasi dikonversi ke nilai *relative biased* (rasio bias dengan parameter luas panen). Adapun *relative biased* yang diperoleh adalah terlihat pada GAMBAR 5.



GAMBAR 5. *Relative Biased* Hasil Estimasi Luas Panen Padi di Denpasar Timur Bulan Februari – Mei 2019

Berdasarkan GAMBAR 5 terlihat bahwa nilai *relative biased* yang diperoleh pada masing-masing kerangka sampel pada area survei untuk mengestimasi luas panen padi. Terlihat bahwa *relative biased* estimasi luas panen secara umum menggunakan kerangka sampel titik (*dot* atau *point frame*) memiliki nilai yang relatif mendekati 0 (nol) atau lebih kecil dibandingkan nilai *relative biased* penggunaan kerangka sampel segmen persegi. Secara rata-rata, *relative biased* dari penggunaan kerangka sampel

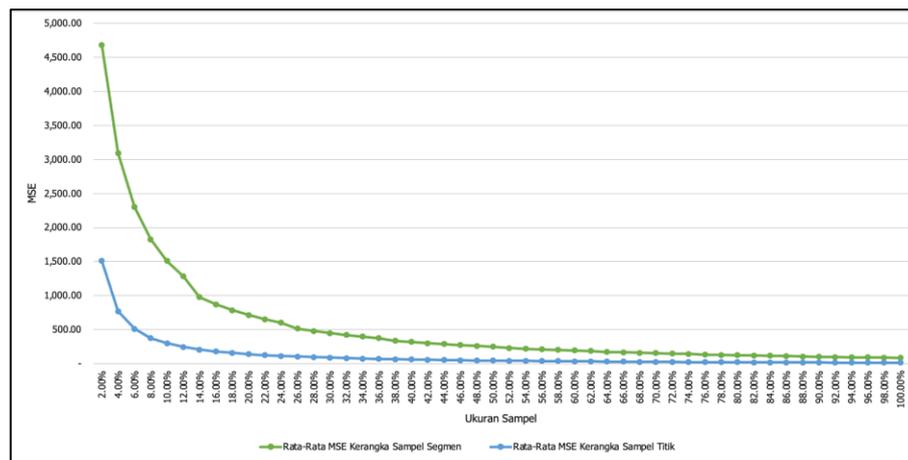
titik (*point frame*) cenderung lebih mendekati nilai parameter dibandingkan penggunaan kerangka sampel segmen persegi (*square segment*). Hal ini terjadi karena penggunaan kerangka sampel titik lebih menjamin titik untuk jatuh di wilayah populasi target, yaitu sawah, dibandingkan penggunaan kerangka sampel segmen yang titik amatannya dialokasikan secara sistematis sehingga memungkinkan untuk jatuh di luar wilayah populasi target yang menyebabkan bias estimasi relatif besar.



GAMBAR 6. Rata-rata RSE Estimasi Luas Panen Padi Denpasar Timur Bulan Februari – Mei 2019

GAMBAR 6 memperlihatkan rata-rata *relative standar error* (RSE) yang merupakan rasio antara *standard error* hasil estimasi dengan estimator luas panen padi untuk Denpasar Timur bulan Februari hingga Mei 2019. Berdasarkan perhitungan RSE tersebut, terlihat bahwa peningkatan jumlah sampel dapat menurunkan varian sampling hasil estimasi luas panen baik dengan kerangka sampel segmen persegi (*square segment frame*) maupun dengan kerangka sampel titik (*point frame*). Namun, hasil dari simulasi tersebut memperlihatkan bahwa penggunaan kerangka sampel titik pada rancangan kerangka sampel area untuk mengestimasi luas panen padi memiliki tingkat presisi yang lebih baik dibandingkan kerangka sampel segmen persegi.

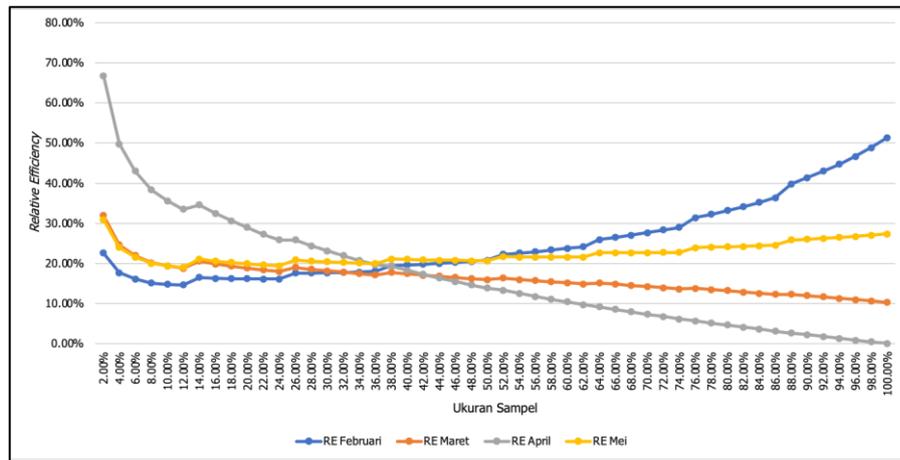
Untuk melihat tingkat akurasi hasil estimasi dari masing-masing rancangan kerangka sampel berbasis area dalam mengestimasi luas panen padi, maka digunakan nilai MSE (*mean square error*). Adapun rata-rata hasil dari perhitungan MSE estimator luas panen Denpasar Timur pada bulan Februari – Mei 2019 terlihat pada GAMBAR 7.



GAMBAR 7. Rata-rata MSE Estimasi Luas Panen Padi Denpasar Timur Bulan Februari – Mei 2019

Terlihat dari GAMBAR 7 bahwa rata-rata nilai MSE estimasi luas panen bulan Februari – Mei 2019 dengan menggunakan desain kerangka sampel titik (*point frame*) relatif lebih kecil dibandingkan desain kerangka sampel segmen (*square segment frame*). Hal ini menandakan bahwa untuk kondisi sawah di Denpasar Timur, penggunaan kerangka sampel titik memberikan tingkat akurasi yang relatif tinggi

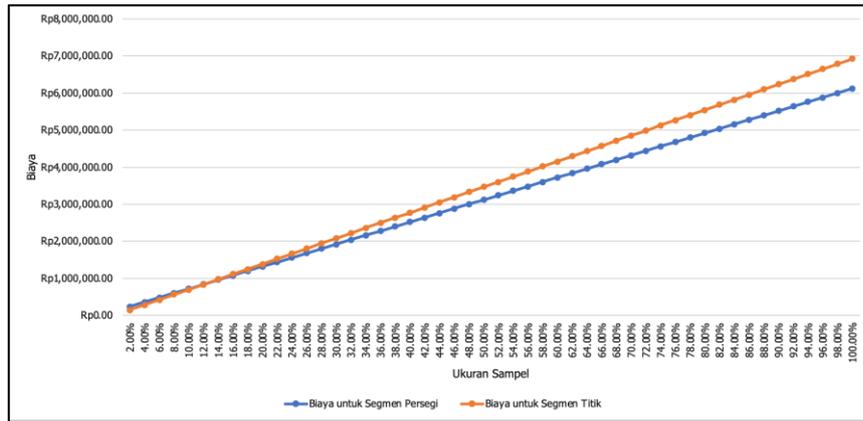
dibandingkan kerangka sampel segmen persegi. Berdasarkan perhitungan MSE tersebut, maka selanjutnya dapat dihitung nilai *relative efficiency* dari penerapan kerangka sampel titik terhadap kerangka sampel segmen seperti yang digunakan pada KSA untuk melihat seberapa besar tingkat efisiensi penggunaan kerangka sampel titik dibandingkan penggunaan kerangka sampel segmen persegi pada estimasi luas panen.



GAMBAR 8. *Relative Efficiency* Estimasi Luas Panen Padi Denpasar Timur Bulan Februari – Mei 2019

Berdasarkan perhitungan *relative efficiency* pada GAMBAR 8, terlihat pada bulan Februari 2019 nilai RE estimasi luas panen memiliki kecenderungan naik saat jumlah sampel ditingkatkan. Namun, simulasi menunjukkan bahwa nilai RE masih berada di bawah 1 (seratus) persen, yang mengindikasikan bahwa estimasi yang dihasilkan dengan kerangka sampel titik lebih efisien dibandingkan penggunaan kerangka sampel segmen persegi. Sementara itu, untuk bulan Maret – Mei 2019, secara umum juga didapatkan bahwa nilai RE selalu berada di bawah 100 (seratus) persen. Hal ini memperlihatkan bahwa penduga yang dihasilkan dengan menggunakan desain kerangka sampel titik lebih efisien dibandingkan penggunaan kerangka sampel segmen untuk wilayah Denpasar Timur.

Jika dihitung secara biaya, penggunaan kerangka sampel titik memiliki tingkat biaya yang lebih tinggi dibandingkan kerangka sampel segmen. Artinya, tingkat biaya yang harus dikeluarkan dalam melakukan pengamatan dengan kerangka sampel titik relatif tinggi dibandingkan kerangka sampel segmen. Hal ini terjadi karena pada desain segmen persegi, titik-titik amatan ada yang berada di dalam satu kluster segmen dan tidak menyebar jauh di sepanjang populasi target. Sementara itu, penggunaan kerangka sampel titik membuat titik menjadi tidak lagi mengelompok pada suatu segmen sehingga titik-titik amatan sudah menyebar di sepanjang sawah yang menjadi wilayah populasi target dalam mengestimasi luas panen padi. Berdasarkan fungsi biaya yang dibangun, maka hasil perhitungan biaya yang diperoleh terlihat pada GAMBAR 9.



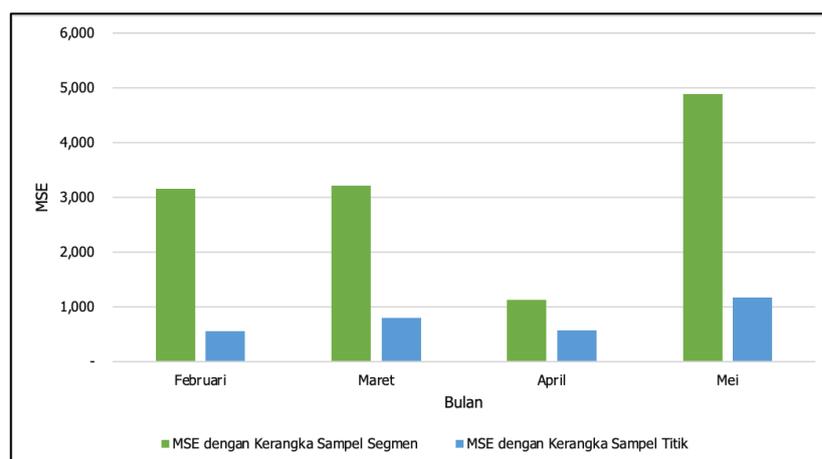
GAMBAR 9. Hasil Perhitungan Biaya Untuk Mengamati masing-masing Desain Kerangka Sampel

Selanjutnya, berdasarkan fungsi dan informasi biaya yang diperoleh pada GAMBAR 9, dilakukan perhitungan terhadap jumlah sampel menggunakan desain biaya tetap (*fixed cost*). Pada bulan Februari 2019, BPS menetapkan ada sebanyak 3 (tiga) sampel segmen yang diamati di wilayah Denpasar Timur dengan total alokasi biaya sebesar Rp. 360.000,00 untuk mengamati segmen-segmen tersebut. Berdasarkan informasi GAMBAR 9 dan fungsi biaya yang sudah dibangun, maka diperoleh alokasi sampel yang terlihat pada TABEL 2.

TABEL 2 Jumlah Sampel dengan Mengoptimalkan Biaya

No.	Karakteristik	Area Master Frame Segmen	Area Master Frame Titik
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Biaya (Rupiah)	360.000, -	360.000, -
2	Jarak Titik dalam Segmen (meter)	900	-
3	Rata-rata Jarak Antar Sampel (km)	3,18	8,14
4	Sampel (n)	3 segmen	31 titik

Dari informasi yang diperoleh pada TABEL 2, dengan menggunakan kendala biaya maka nilai MSE estimasi luas panen Februari – Mei 2019 dapat dihitung dengan kondisi *fixed cost*. MSE yang diperoleh dari simulasi sampling untuk masing-masing desain kerangka sampel dengan kondisi *fixed cost* ditunjukkan pada GAMBAR 10.



GAMBAR 10. Perhitungan MSE Estimasi Luas Panen Denpasar Timur pada Kondisi *Fixed Cost*

Berdasarkan simulasi dengan hasil yang ditunjukkan pada GAMBAR 10 terlihat bahwa MSE yang dihasilkan menggunakan desain kerangka sampel titik lebih kecil dibandingkan menggunakan kerangka sampel segmen. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat akurasi estimasi luas panen yang diperoleh

menggunakan *systematic point sample* sebagai *area master frame* memberikan tingkat akurasi lebih baik dibandingkan *square segment frame*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan simulasi sampling yang dilakukan, pada kondisi *fixed cost* dan *fixed sample size* dapat disimpulkan bahwa penggunaan kerangka sampel titik pada survei KSA memungkinkan menghasilkan bias estimasi luas panen yang relatif lebih kecil dibandingkan penggunaan kerangka sampel segmen. Hal ini dibuktikan dengan nilai MSE menggunakan metode yang diangkat pada penelitian ini (*systematic point sampling*) selalu lebih kecil dibandingkan dengan metode KSA yang saat ini digunakan oleh BPS. Adanya bias yang lebih tinggi pada metode KSA BPS dibandingkan dengan metode *systematic point sampling* disebabkan karena penggunaan kerangka sampel segmen memungkinkan titik amatan dapat jatuh di luar sawah yang menjadi populasi target sehingga bias berpotensi muncul akibat adanya *frame undercoverage error*. Berbeda dengan penggunaan kerangka sampel titik yang menjamin titik selalu jatuh di dalam wilayah populasi target, sehingga sumber bias hanya berasal dari tidak terdapatnya peluang titik-titik lain di wilayah populasi target terpilih sebagai sampel sehingga nilai bias yang dihasilkan relatif kecil.

Sementara itu, jika dinilai dari sisi efisiensi estimator, terlihat bahwa estimasi luas panen menggunakan kerangka sampel titik memberikan tingkat akurasi lebih baik dibandingkan kerangka sampel segmen, baik dalam kondisi sampel yang sama maupun pada kondisi *fixed cost*. Kerangka sampel titik mungkin cocok digunakan untuk sawah dengan karakteristik yang serupa dengan Denpasar Timur dan mampu menyelesaikan permasalahan titik amatan yang tidak jatuh di populasi target seperti wilayah Kepulauan Riau, Jakarta, dan daerah lain yang sejenis.

REFERENSI

- Asra, A., & Prasetyo, A. (2015). *Pengambilan Sampel dalam Penelitian Survei*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Badan Pusat Statistik-Departemen Pertanian. (1995). *Pedoman Pengumpulan Data Tanaman Pangan dan Hortikultura*. Jakarta: Badan Pusat Statistik
- Badan Pusat Statistik. (2017). *Pedoman Teknis Pendataan Statistik Pertanian Tanaman Pangan Terintegrasi dengan metode Kerangka Sampel Area (KSA 2018)*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Biemer, P. P., & Lyberg, L. E. (2003). *Introduction to Survey Quality*. New York: John Wiley & Sons.
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling Techniques Third Edition*. New York: John Wiley & Sons.
- European Communities. (2003). *The LUCAS Survey: European Statisticians Monitor Territory. Working Papers and Studies*. European Union
- Gallego, F. J. (1995). *Sampling Frames of Square Segments*. (Issue November, p. 68). Roma.
- Gallego, J., & Delincé, J. (2010). *The European Land Use and Cover Area-frame Statistical Survey*. New York: Wiley.
- Gallego, F. J. (2013). The use of a Point Sample as a Master Frame for Agricultural. *6th International Conference on Agricultural Statistics, 2013*.
- Jinguji, I. (2014, February 17). Dot Sampling Method for Area Estimation. *Crop Monitoring for Improved Food Security*, hal. 27-48
- Kish, L. (1965). *Survey Sampling*. Boston: John Wiley & Sons.
- Mubekti, Sumargana L. (2016). Pendekatan Kerangka Sampel Area untuk Estimasi dan Pramalan Produksi Padi. *Jurnal Pangan Vol. 25 No. 2*. Jakarta.

- Palmieri, A. (2018). Integrating Statistical and Geographical Information: LUCAS Survey, A Case Study for Land Monitoring in European Union. *UNECE Conference of European Statisticians*. The Hague: UNECE.
- PKL 58 Polstat STIS. (2019). *Studi Akurasi KSA dengan Pendekatan Delineasi*. Jakarta: POLSTAT STIS.
- Sutcliffe, L., Schraml, A., Eiselt, B., & Oppermann, R. (2019). The LUCAS Grassland Module Pilot – Qualitative Monitoring of Grassland in Europe. *Palaeoartctic Grassland*, 27-31.
- Zikra, H., & Buana, W. P. (2020). *Analisis Perbandingan Desain Sampling Survei Kerangka Sampel Aarea (KSA)*. 1326–1336. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2020i1.710>