

Pendekatan Kerangka Sampel Area untuk Estimasi dan Peramalan Produksi Padi

Area Frame Sampling Approach for Estimating and Predicting Rice Production

Mubekti dan Lena Sumargana

Pusat Teknologi Inventarisasi Sumberdaya Alam, BPPT
 Jl. M.H. Thamrin No. 8 Jakarta, Indonesia
 Telp: 021-7579 1377, HP: 0812 896 7273
 e-mail: mubekti@webmail.bppt.go.id

Diterima : 19 Nopember 2015

Revisi : 28 April 2016

Disetujui : 18 Juli 2016

ABSTRAK

Kelemahan sistem statistik pertanian nasional saat ini adalah cara perolehan data yang belum didasarkan pada kaidah-kaidah ilmiah, sehingga hasilnya mengandung bias. Tujuan makalah ini adalah untuk memperkenalkan sistem baru untuk estimasi luas panen padi yang disebut sebagai "Pendekatan Kerangka Sampel Area" menggunakan pengamatan titik. Metoda ini mengombinasikan ilmu statistik spasial, GIS, penginderaan jauh, dan teknologi informasi. Survei lapangan pada titik-titik pengamatan bertujuan melakukan pengamatan dan pencatatan terhadap fase pertumbuhan padi. Sistem komunikasi data dengan SMS dibangun untuk pengiriman data lapangan dari 'farm level' ke pusat. Analisis data luasan padi didasarkan pada ekstrapolasi dari sampel ke populasi. Estimasi produksi merupakan hasil kali estimasi luas panen dan produktivitas hasil sampel ubinan. Peramalan luas panen didasarkan pada luas fase pertumbuhan padi tertentu dengan asumsi umur fase pertumbuhan dan siklus pertumbuhan padi diketahui. Setiap dilakukan survei maka data luasan padi termasuk luas panen dan produksi akan didapatkan. Peramalan luas panen dan produksi padi ke depan juga dapat dilakukan berdasarkan luasan masing-masing fase pertumbuhan. Tingkat akurasi estimasi berdasarkan nilai koefisien variasi cukup bagus yaitu rata-rata dibawah 5 persen. Kesimpulan dari studi ini adalah teknik estimasi dan peramalan produksi pertanian dengan kerangka sampel area dapat diimplementasikan dengan baik dan dapat dikembangkan untuk tanaman pangan yang lain.

kata kunci: kerangka sampel area, estimasi luas padi, GIS, penginderaan jauh, TI

ABSTRACTS

The drawback of the existing national agricultural statistics system is how the acquisition of data that has not been based on scientific approaches, so that, it results in a bias of data. The aim of this paper is to introduce a new method for estimating rice area called 'Area Frame Sampling' based on points observation. The method employs not only statistics but also GIS, remote sensing, and information technology. Field survey to the sample points is aiming to observe and record the growth phase of rice. Data communication from field level to central level by SMS gateway is involved in supporting the timely generation of reliable information on the crop area. The analysis of rice area refers to the extrapolation from sample to population, then, the estimation of rice production is a multiplication of rice harvest area and productivity derived from samples of crop cutting. Since we know both the period of growth phase and growth cycle of rice we can predict when the rice would be harvested. Each time the field survey is conducted then the acreage of each rice growth phase including harvest area can be derived. The analysis of rice area refers to the extrapolation from sample to population, then, the estimation of rice production is a multiplication of rice harvest area and productivity derived from samples of crop cutting. The accuracy of rice area estimate is good, it is indicated by the value of the coefficient of variation, namely <5 percent. It is concluded that area frame sampling approach for rice statistics can be implemented successfully and can be developed for other food crop statistics.

keywords: area frame sampling, rice area estimation, GIS, remote sensing, IT

I. PENDAHULUAN

Informasi statistik pertanian di Indonesia berasal dari perolehan data jangka panjang dan jangka pendek. Jangka panjang dilakukan melalui sensus pertanian dalam periode waktu sepuluh tahunan. Jangka pendek dilakukan dalam periode bulanan dan empat bulanan dengan pendekatan pengukuran dan pelaporan. Data produksi diperoleh dari produktivitas dikalikan dengan luasan panen di suatu kabupaten. Produktivitas (ton/ha) didasarkan pada sistem pengukuran ubinan (sampel plot berukuran 2,5 m x 2,5 m) menggunakan pendekatan kerangka sampel rumah tangga. Sedangkan luas panen didasarkan pada sistem pelaporan SP-IA yang sering dikenal dengan pendekatan 'eye estimate' (BPS-Deptan, 1995 dan BPS-Deptan, 2003).

Perancangan kerangka sampel survei ubinan dilakukan oleh BPS yang meliputi jumlah ubinan, pemilihan blok sensus, rumah tangga tani, sampai penentuan petakan yang akan diubin. Pencacah ubinan dilakukan oleh Mantri Statistik (KSK) untuk nomor ubinan ganjil dan oleh Mantri Tani (KCD) untuk nomor ubinan genap. Namun demikian sebagian kabupaten terutama di Pulau Jawa mengadakan ubinan swakarsa yang diprakarsai oleh Dinas Pertanian, di mana pelaksana ubinan swakarsa adalah Mantri Tani. Ubinan swakarsa tidak mengikuti kaidah-kaidah statistika, sehingga cenderung menghasilkan angka produktivitas yang bias.

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. 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.

Kelemahan lain dari taksiran produksi saat ini adalah cara pengolahan dan pengiriman data berjenjang. Pengolahan data berjenjang mulai dari tingkat kecamatan, kabupaten, propinsi, dan pusat rawan adanya intervensi dari pihak-pihak yang berkait langsung dengan data pertanian, misalnya Dinas Pertanian,

Pemerintah Daerah, sampai pada Kementerian Pertanian. Demikian juga dengan pengiriman berjenjang membutuhkan waktu lebih dari 1 bulan mulai dari pengumpulan data di lapangan sampai pengolahan data di tingkat pusat (BPS-Deptan, 2003).

Siklus pertumbuhan padi yang cepat membutuhkan keputusan yang tepat dan cepat pula dalam mengatasi permasalahan yang ada, misalnya ekspor atau impor beras, distribusi bibit, pupuk dan pestisida. Data bias dan waktu penyampaian hasil pengolahan data yang lama akan menyebabkan pengambilan keputusan terlambat. Oleh karena itu diperlukan terobosan teknologi dalam mengestimasi luasan dan produksi padi yang tidak bias, obyektif, dan *near real time*.

Dengan berkembangnya teknologi *remote sensing* dan GIS yang sangat pesat didukung oleh perkembangan teknologi dan kapasitas memori komputer, sangat memungkinkan mengembangkan estimasi dan peramalan produksi pertanian dengan pendekatan kerangka sampel area (KSA). KSA kerangka himpunan unit lahan yang telah terdefinisi secara baik dan digunakan untuk memilih sampel survei secara acak. NASS-USDA membangun KSA menggunakan peta kadaster, dimana sampel segmen berupa areal berbatas fisik dan saat ini dioperasikan ke 49 negara bagian (Davies, 2009). Obyek enumerasi tidak hanya tanaman pangan yang dominan, tetapi juga tanaman pertanian lainnya dan tutupan lahan yang lain. Kerangka sampel, metoda survei dan pengiriman data lapangan terus dikembangkan sesuai dengan perkembangan teknologi yang tersedia.

Perancis seperti yang dilaporkan oleh Gay dan Porchier (1998) mengembangkan KSA dengan pengamatan titik yang disebut sebagai TER-UTI. Sampel segmen berbatas non-fisik berukuran 1.800 m x 1.800 m sebagai unit sampel primer dan 36 (6 x 6) titik amat di dalam segmen sebagai unit sampel sekunder. Kemudian KSA dengan pengamatan titik dikembangkan ke seluruh negara-negara anggota Uni Eropa untuk mengestimasi luasan tanaman pertanian dan tutupan lahan yang lainnya (Delince, 2001). Penyampelan dilakukan dalam dua tahap, dimana tahap pertama memilih

unit sampel primer berupa sampel segmen berukuran 1.500 m x 1.500 m, dan tahap kedua memilih unit sampel sekunder berukuran 10 (2 x 5) titik amat. Pendekatan KSA untuk estimasi produksi pertanian juga sudah dikembangkan negara-negara lain, seperti Nikaragua (Garibay and Steiner, 1998), Jepang (Jinguji, 2014 dan Hosaka, 2014), Nigeria (Hoffman and Steiner, 2013), Philipina (Garcia, 2012). Kelebihan dari KSA dibandingkan dengan metoda lain menurut Cotter, dkk., (dalam Davies, 2009), adalah: (i) dapat digunakan untuk mengestimasi berbagai data tutupan lahan, termasuk tanaman pertanian; (ii) menghasilkan data yang tidak bias karena menggunakan kaidah-kaidah statistik; (iii) non-sampling error dapat dikurangi; dan (iv) kerangka survei valid dalam jangka panjang hingga 15 - 20 tahun.

Rancangan 'Kerangka Sampel Areal (KSA)' untuk tanaman padi merupakan salah satu contoh statistik spasial pertama yang dikenalkan di Indonesia tahun 1999, melalui proyek SARI dengan sebutan '*Regional Inventory*' (BPPT-EU, 2001). Sesuai dengan perkembangan teknologi informasi, pendekatan KSA dikombinasikan dengan teknik *SMS gateway* untuk menghasilkan data yang akurat dan bersifat *near real time*. Dengan adanya data yang akurat dan tepat waktu dapat dimanfaatkan oleh para pengambil keputusan untuk pengadaan bibit, pupuk, pestida, atau bahkan impor/ekspor beras pada tingkat nasional.

Tujuan dari studi ini adalah: (i) membangun kerangka sampel survei berbasis area untuk tanaman padi, (ii) merancang sistem komunikasi data dengan *SMS gateway*, dan (iii) pengolahan data dan penyajian hasil. Karawang dipilih sebagai *pilot project* penerapan KSA karena selain lokasinya yang dekat dengan Jakarta, juga kabupaten ini merupakan salah satu sentra produksi padi di Indonesia.

II. METODOLOGI

Pendekatan KSA berdasarkan pengamatan titik yang sudah operasional untuk estimasi luas tanaman pertanian adalah TER-UTI milik negara Perancis, seperti yang dilaporkan oleh Porchier (1990) dan LUCAS milik Uni Eropa (EC, 2003). Sedangkan Kamikura (2012) melaporkan, bahwa saat ini Jepang sedang

mengembangkan kerangka sampel area dengan pengamatan titik. Sampel titik pada awalnya digunakan untuk penelitian lingkungan, hutan atau pertambangan (Cressie, 1991 dan Ripley, 1981), namun belakangan pendekatan ini banyak dikembangkan di bidang pertanian. Tahapan dalam pembangunan kerangka sampel area terdiri dari : stratifikasi wilayah, ekstrasi sampel segmen, survei lapangan, komunikasi dan analisis data.

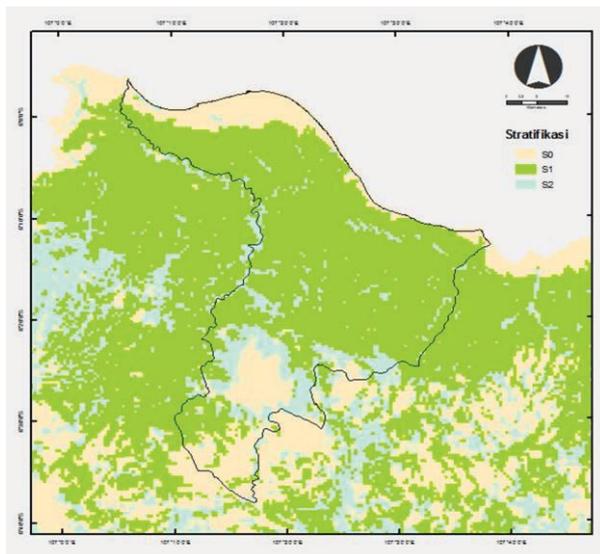
2.1. Stratifikasi Wilayah

Stratifikasi bertujuan untuk membagi populasi (Ω) berukuran N ke dalam sub-populasi H (Ω_h -strata) yang tidak overlap berukuran N_h untuk memperoleh efisiensi baik akurasi dan biaya (Taylor, dkk., 1997). Stratifikasi akan efisien bila karakteristik dari elemen-elemen dalam suatu strata mempunyai sifat berdekatan dan sangat berbeda antar strata. Interpretasi visual photo satelit beresolusi tinggi dengan dibantu peta topografi atau peta penggunaan lahan adalah yang paling banyak digunakan untuk stratifikasi. Pendekatan ini sudah digunakan oleh beberapa negara dalam kaitannya dengan *monitoring agriculture by remote sensing (MARS) project* (Badea, dkk., 1998).

Materi yang digunakan dalam stratifikasi penelian ini adalah peta digital penggunaan lahan dari BIG (Badan Informasi Geo-Spasial). Poligon-poligon penggunaan lahan dikelompokkan menjadi beberapa kelompok besar yang kemudian akan dijadikan dasar untuk stratifikasi, yaitu terdiri dari (i) poligon bukan persawahan; (ii) poligon persawahan, dan (iii) poligon tegalan. Berdasar 3 kelompok besar penggunaan lahan tersebut, akan diperoleh strata lahan dengan definisi sebagai berikut (Gambar 1) :

Pertama, Strata 0 (S0): adalah poligon-poligon bukan persawahan (perkebunan, hutan, tambak, pemukiman, tubuh air, dan sebagainya). Strata 0 tidak akan dialokasikan sampel segmen, karena selain untuk mengurangi jumlah sampel, strata ini dianggap tidak ada unsur penggunaan lahan untuk persawahan.

Kedua, Strata 1 (S1) : adalah poligon-poligon persawahan, baik persawahan irigasi maupun persawahan tadah hujan. Sampel segmen akan dialokasikan dalam Strata 1.



Gambar 1. Peta Stratifikasi Wilayah Studi

Ketiga, Strata 2 (S2) : adalah poligon-poligon kemungkinan sawah, dimana dalam praktek adalah poligon tegalan. Strata 2 diadakan dengan asumsi sebagai berikut : (i) petani ada kemungkinan menanam padi di tegalan dengan sistem gogo; (ii) tegalan pada umumnya berdekatan dengan persawahan sehingga ada kemungkinan ada konversi penggunaan; dan (iii) persawahan sempit yang bercampur dengan tegalan ada kemungkinan tidak terpetakan dalam peta dan digeneralisasikan menjadi poligon tegalan. Sampel segmen dialokasikan dalam Strata 2.

Hasil stratifikasi menunjukkan, bahwa total wilayah Kabupaten Karawang seluas 189.025 hektar terbagi atas Strata 1 seluas 124.975 hektar, Strata 2 seluas 2.250 hektar, dan Strata 0 seluas 61.800 hektar. Luas kerangka sampel adalah 127.225 hektar yang merupakan penjumlahan Strata 1 ditambah dengan Strata 2, sedangkan Strata 0 dikeluarkan dari kerangka sampel.

2.2. Ukuran dan Ekstraksi Sampel Segmen

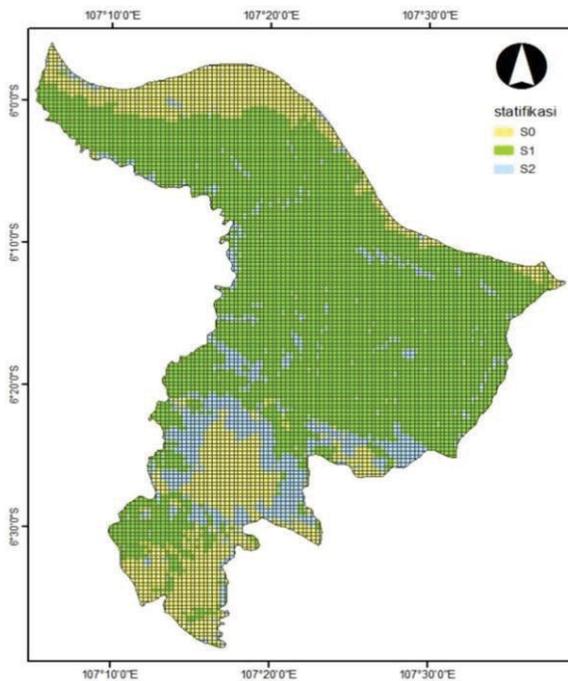
Ukuran sampel pada penelitian ini ditetapkan sebesar 1 persen dari luasan wilayah studi. Selain tingkat akurasi yang diharapkan, pertimbangan lain adalah jumlah surveyor dan biaya. Oleh karena jumlah sampel yang kecil di Strata 2 untuk Kabupaten Karawang, diputuskan menggunakan hanya satu strata, di mana Strata 1 dan Strata 2 digabungkan menjadi satu strata.

Bentuk dan ukuran sampel segmen yang diaplikasikan dalam kegiatan ini adalah bujursangkar berukuran 500 m x 500 m. Ukuran segmen mempertimbangkan kondisi geografis persawahan Indonesia yang pada umumnya tersebar pada hamparan yang relatif sempit. Sesuai dengan bentuk dan ukuran sampel segmen, maka gridding berukuran 500 m x 500 m sebagai unit elemen dibangun dengan mengonversi peta strata dengan tujuan memudahkan dalam mengekstraksi sample segmen (Gambar 2). *Gridding* membagi wilayah Karawang yang mempunyai luasan 127.225 hektar menjadi 5.089 segmen, yang terdiri dari 4.999 segmen jatuh pada Strata 1 dan 90 segmen jatuh pada Strata 2.

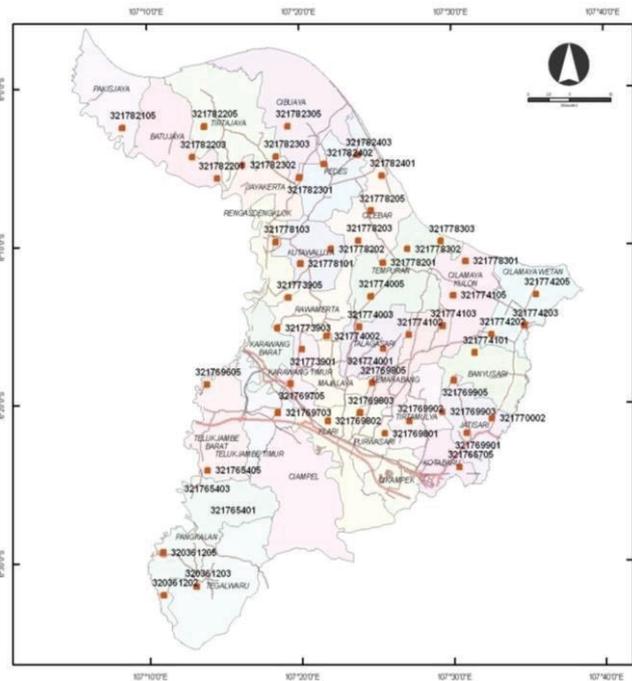
Teori penyampelan dalam statistik spasial mengharuskan bahwa sampel-sampel terpilih secara geografi tersebar merata di seluruh wilayah studi. Untuk menjamin terdistribusinya sampel segmen secara baik dipilih metoda *systematic random sampling with a distance threshold* seperti yang dikemukakan oleh Gallego (1995).

Hasil ekstraksi sampel segmen di wilayah Kabupaten Karawang seperti yang terlihat pada Gambar 3. Jumlah sampel segmen terpilih di Kabupaten Karawang adalah 51 buah yang tersebar di 25 kecamatan. Setiap sampel segmen terpilih diberi nomor ID berjumlah 9 digit, dimana 2 digit pertama merupakan kode provinsi, 2 digit berikutnya merupakan kode kabupaten, 3 digit berikutnya merupakan nomor blok, dan 2 digit terakhir merupakan nomor urut perandoman. Misalnya sampel segmen nomor 321766706 adalah segmen terpilih di Provinsi Jawa Barat, Kabupaten Karawang, dengan nomor blok 667 dan nomor urut pengacakan 6.

Tahap berikutnya adalah mengalokasikan 25 titik pengamatan di dalam setiap sampel segmen terpilih. Pengalokasian titik pengamatan dengan membuat *sub-grid* berukuran 100 m x 100 m. Titik pusat setiap *sub-grid* merupakan titik pengamatan pada saat dilakukan survei lapangan. Surveyor akan mendatangi setiap titik amat dan mencatat tutupan lahan pada lokasi tersebut. Seluruh Kabupaten Karawang terdapat 51 (sampel segmen terpilih) x 25 (titik pengamatan) menghasilkan 1.275 titik pengamatan.



Gambar 2. Peta Strata Berformat Grid



Gambar 3. Peta Penyebaran Sampel Segmen Terpilih

2.3. Survei Lapangan

Batas-batas sampel segmen terpilih bukanlah batas fisik yang dapat dilihat secara visual, namun berupa batas geografi yang imajiner. Alat bantu diperlukan untuk menentukan lokasi sampel segmen dan titik-titik pengamatan ketika survei lapangan dilakukan. Potongan peta rupa bumi dan citra satelit resolusi tinggi yang berisi plot sampel segmen dimanfaatkan sebagai petunjuk mencari lokasi sampel segmen dan titik-titik pengamatan. Gambar 4 merupakan ilustrasi peta rupa bumi dan citra resolusi tinggi yang berisi plot sampel segmen dan titik-titik amat. Surveyor dalam kegiatan ini adalah para Mantri Tani yang sudah dilatih terlebih dahulu. Sedangkan tujuan survei adalah mengamati secara langsung dan mencatat fase pertumbuhan padi di setiap titik pengamatan.

Pelaksanaan survei dilakukan 3 kali, yaitu Survei-1 tanggal 22–29 Juni 2012, Survei-2 tanggal 30 Juli–6 Agustus 2012, dan Survei-3 tanggal 3–10 September 2012. Setiap kali dilakukan survei lapangan, surveyor akan mendatangi setiap titik pengamatan dan mencatat fase pertumbuhan padi pada formulir laporan survei.

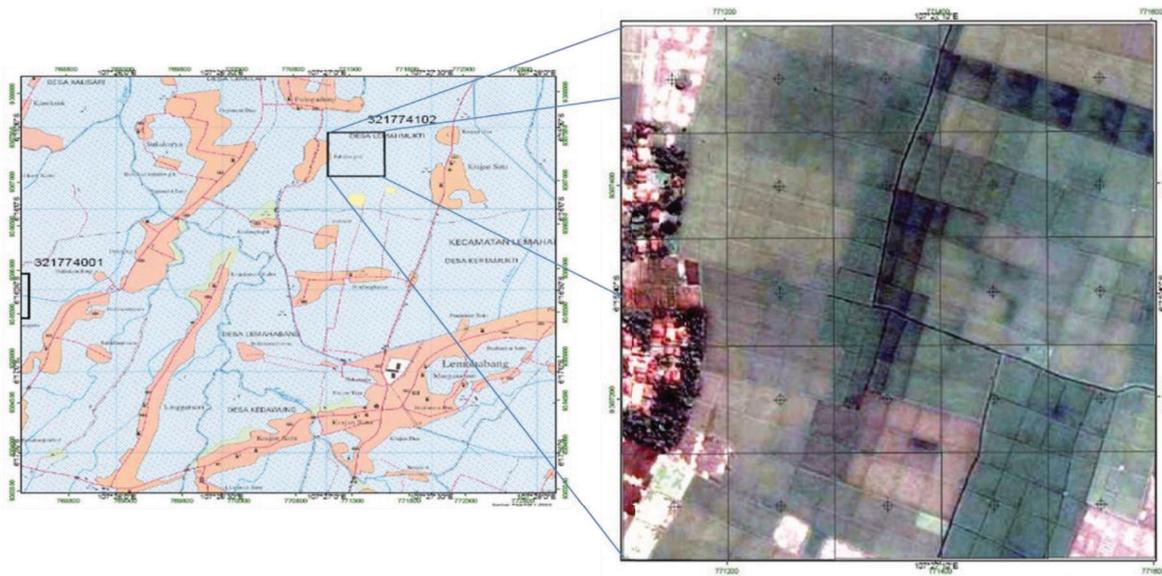
Adapun fase-fase pertumbuhan padi yang diamati dan dicatat adalah sebagai berikut : (i) Vegetatif-1 (V-1), padi berumur antara 1 - 35 hari

setelah tanam (hst); (ii) Vegetatif-2 (V-2), padi berumur antara 35-55 hst; (iii) Generatif (G), padi berumur antara 55 hst sampai panen; (iv) Panen (P), padi setelah dipanen sampai dengan pengolahan lahan; (v) Persiapan Lahan (PL) untuk tanaman padi; (vi) Lain-lain (LL) apabila sawah ditanami bukan padi atau lahan bukan sawah; (vii) Bera (B) jika survei yang lalu panen dan survei saat ini tidak dibudidayakan; dan (viii) Panen diantara 2-survei (H) jika ada panen diantara 2-survei.

Data lapangan tentang fase pertumbuhan padi tersebut digunakan untuk menghitung luasan padi dan peramalan luas panen 2 bulan atau 4 bulan ke depan dengan asumsi siklus pertumbuhan padi adalah 105 hst.

2.4. Komunikasi dan Analisis Data

Sistem komunikasi data dari tingkat lapangan sampai ke Pusat (Jakarta) dibangun melalui *SMS (Short Message Service) gateway*, selain untuk mempercepat pengiriman data juga untuk menjamin hasil estimasi luasan padi bersifat '*near real time*'. Surveyor setelah mencatat dan merekapitulasi hasil pengamatan lapangan dalam formulir laporan survei, kemudian akan mencatat hasil rekapitulasi ke dalam form SMS. Kemudian hasil isian form SMS akan disalin dalam HP (*handphone*)



Gambar 4. Peta Lapangan Berisi Plot Sampel Segmen dan Titik-Titik Pengamatan

dan dikirim ke SMS server di Pusat. Sistem komunikasi data ini juga berfungsi untuk menginformasikan surveyor tentang kapan harus melakukan survei, kesalahan pencatatan data dan sebagainya. Semua data lapangan akan disimpan dalam server SMS untuk dianalisa lebih lanjut. Penyajian hasil estimasi luasan padi disajikan dalam situs internet dengan alamat: ksa-nasional.info.

Analisis estimasi dan peramalan luas panen diperoleh dari ekstrapolasi sampel segmen ke populasi yang dalam istilah statistik disebut '*direct expansion*' (Gallego, 1995). Data produktivitas diperoleh dari ubinan (*cutting plot*) yang dilakukan oleh BPS Kabupaten Karawang. Produksi merupakan hasil kali antara luas panen dengan produktivitas rata-rata kabupaten. Adapun formulasi matematis yang digunakan adalah sebagai berikut:

Pertama, total produksi (P)

$$P = AxY \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

P = produksi total (ton)

A = luas panen total (ha)

Y = produktivitas rata-rata (ton/ha)

Kedua, luas panen total (A) dan luas padi per fase tumbuh

Luas masing-masing fase pertumbuhan padi termasuk di dalamnya adalah luas panen

diekstrapolasikan berdasarkan proporsi rata-rata pada setiap strata. Rumus matematis (estimator) untuk menghitung proporsi rata-rata dan variannya adalah sebagai berikut:

$$\bar{p}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} p_{ij} \quad \sigma_{\bar{p}_j}^2 = \frac{1}{n_j(n_j - 1)} \sum_{i=1}^{n_j} (p_{ij} - \bar{p}_j)^2 \dots (2)$$

Keterangan :

\bar{p}_j = proporsi luas padi rata-rata pada masing-masing fase pertumbuhan padi strata ke-j

n_j = dimensi sampel atau jumlah sampel segmen yang terpilih dalam strata ke-j

p_{ij} = proporsi luas padi dalam segmen ke-i strata ke-j

Luas masing-masing fase pertumbuhan padi dalam segmen dinyatakan sebagai proporsi terhadap luas segmen tersebut. Hal tersebut untuk menghindari/mengurangi bias, karena peta lapangan secara geometri belum terkoreksi, serta adanya kemungkinan kesalahan yang dilakukan oleh surveyor dalam menginterpretasikan batas-batas segmen.

CV atau koefisien variasi adalah salah satu indikator untuk menghitung stabilitas estimasi luas lahan padi. Semakin kecil nilai CV semakin stabil estimasi luas lahan padi atau sebaliknya. CV dihitung berdasarkan SE dibagi dengan proporsi pada strata tertentu dikalikan dengan 100. SE atau *standard error* mengindikasikan

kedekatan luas padi pada sampel-sampel segmen dengan nilai rata-ratanya. Formulasi matematisnya adalah sebagai berikut:

$$CV(\%) = \frac{\sqrt{SE^2}}{\bar{p}_j} \times 100 \dots\dots\dots (3)$$

Sedangkan SE kuadrat (SE^2) diperoleh dari varian dibagi dengan jumlah segmen pada strata tertentu :

$$SE^2 = \frac{\sigma_{\bar{p}_j}^2}{n_j}$$

Luas masing-masing fase pertumbuhan padi pada strata ke-j dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$$A_j = D_j \bar{p}_j \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

A_j = Luas masing-masing fase pertumbuhan padi dalam strata ke-j

D_j = Luas strata ke-j

Estimasi luas total (A) masing-masing fase pertumbuhan padi di sebuah kabupaten merupakan penjumlahan luas pada seluruh strata yang ada di kabupaten tersebut. Formulasi matematis estimasi luas adalah sebagai berikut:

$$A = \sum_{j=1}^m A_j \dots\dots\dots (5)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada prinsipnya sistem perolehan data dengan menggunakan kerangka sampel area adalah mudah dan sederhana untuk diaplikasikan sampai ke tingkat operasional. Pelaksanaan Survei-1 membutuhkan waktu yang relatif lama karena harus melakukan pencarian lokasi sampel segmen dan titik-titik pengamatan. Pada pelaksanaan survei berikutnya hanya membutuhkan waktu sekitar 1 jam untuk menyelesaikan pengamatan dan pencatatan 25 titik pengamatan termasuk pengiriman melalui SMS. Pelaksanaan survei berjalan dengan baik, kecuali Survei-3, di mana hanya 49 data sampel segmen yang masuk ke SMS server dari 51 data yang ditargetkan. Pada umumnya para surveyor mengerti secara baik dalam melakukan survei lapangan, mengisi formulir survei sampai dengan pengiriman hasil.

Pada umumnya 1 surveyor bertanggung jawab terhadap 3 sampel segmen untuk

kasus Kabupaten Karawang, dan pelaksanaan survei hanya membutuhkan 1 hari. Sehingga jendela waktu yang diberikan (7 hari) untuk melaksanakan survei lapangan dapat dilalui dengan lancar oleh seluruh surveyor. Kalau dibandingkan dengan pelaksanaan sistem SP (*eye estimate*) yang membutuhkan waktu sekitar 1 bulan, pelaksanaan sistem KSA jauh lebih cepat. Hal tersebut berarti data yang dihasilkan oleh sistem KSA jauh lebih aktual dari pada sistem SP, dan sangat berguna untuk pengambilan keputusan terhadap pengelolaan tanaman padi yang mempunyai siklus pendek. Demikian juga pengambilan data secara langsung pada titik-titik amat yang dipilih secara random akan menghasilkan informasi yang obyektif dan tidak mengandung bias karena faktor subyektivitas. Biaya yang dibutuhkan relatif tidak mahal, terutama apabila sudah operasional. Petugas survei yang melakukan survei berasal dari personil yang sudah ada di struktur pemerintahan, jadi hanya membutuhkan biaya transportasi dan biaya pengiriman data lewat SMS. KSA bersifat relatif permanen, yaitu sekitar 20 tahunan, sehingga tidak memerlukan biaya pembangunan kerangka dalam jangka yang pendek.

Setiap selesai mengamati dan mencatat fase pertumbuhan padi pada titik-titik amat dalam sampel segmen, surveyor segera mengirim data lapangan tersebut ke SMS server. Kemudian penghitungan estimasi luasan setiap fase pertumbuhan padi termasuk luas panen secara otomatis akan dilakukan oleh sistem. Formulasi penduga (*estimator*) akan menghitung secara otomatis proporsi rata-rata setiap fase pertumbuhan padi dalam sampel segmen, kemudian mengekstrapolasikan ke luasan populasi setiap fase pertumbuhan padi. Produktivitas padi dihitung dari konversi bobot hasil ubinan berukuran 2,5 m x 2,5 m dalam kg menjadi ton/ha. Data ubinan diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Karawang yang pelaksanaan ubinannya dilakukan oleh Mantri Statistik dan Mantri Tani.

Hasil estimasi dan peramalan padi dari 3 kali survei di Kabupaten Karawang disajikan dalam Tabel 1. Hasil yang tercantum dalam Tabel 1 didasarkan pada 3 kali survei, yaitu Survei-1 (22-29 Juni 2012), Survei-2 (30 Juli-6

Tabel 1. Hasil Estimasi dan Peramalan Tanaman Padi Kabupaten Karawang

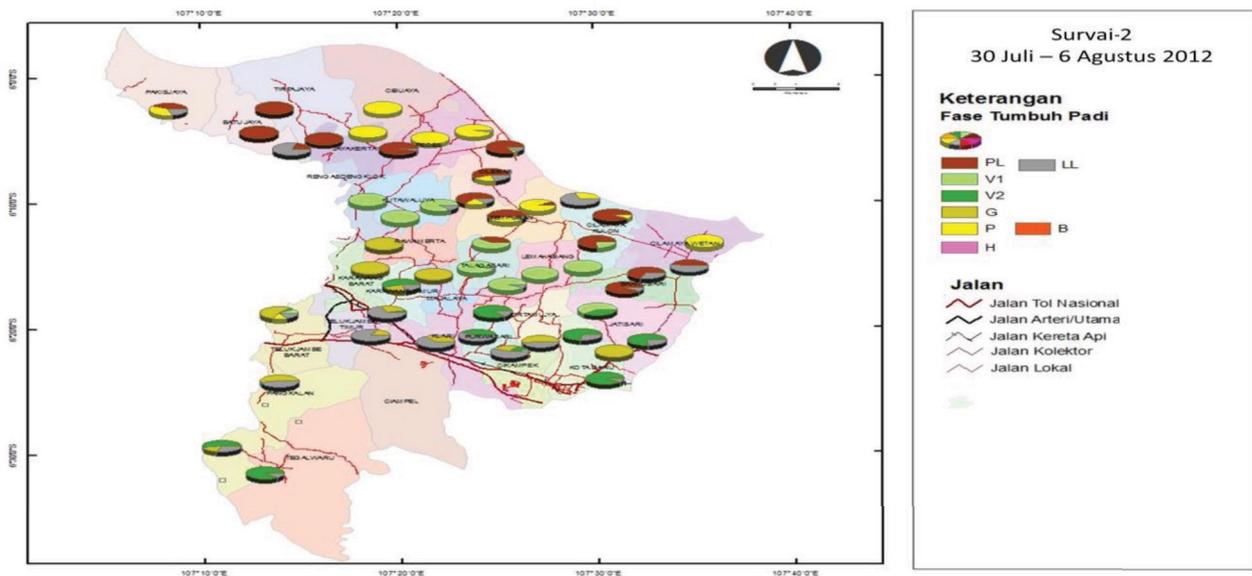
Data Umum	Satuan	Survei-1	Survei-2	Survei-3
Jumlah Kiriman Data	segmen	51	51	49
Jumlah Segmen	segmen	51	51	51
Luas Kerangka Sampel Area	hektar	27.225	27.225	127.225
Estimasi Luasan Saat Survei				
Luas Persiapan Lahan (PL)	hektar	28.538	26.543	2.389
Luas Padi Vegetatif-1 (V1)	hektar	20.755	23.449	29.392
Luas Padi Vegetatif-2 (V2)	hektar	15.566	19.258	18.798
Luas Padi Generatif (G)	hektar	18.660	12.112	20.044
Luas Panen Antara 2 Survei	hektar	0	1.662	0
Luas Panen Pada Saat Survei	hektar	19.358	17.528	17.344
Luas Lahan Bera	hektar	0	1.168	14.436
Lain-lain ^{*)}	hektar	24.347	25.505	24.822
Total Sawah	hektar	102.878	100.058	102.403
Luas Panen Kumulatif	hektar	19.358	19.191	17.344
Peramalan Luasan dan Produksi				
Luas panen 2 Bulan Kedepan	hektar	34.226	31.370	38.843
Luas panen 4 Bulan Kedepan	hektar	83.519	81.362	70.623
Produksi 2 Bulan Kedepan	ton	343.499	314.836	389.832
Produksi 4 Bulan Kedepan	ton	838.218	816.565	708.785
Akurasi Estimasi				
Koefisien Variasi (CV)	%	4,25	4,95	4,52

^{*)} Lain-lain: lahan bukan sawah atau sawah yang ditanami bukan padi

Agustus 2012), dan Survei-3 (3-10 September 2012). Ketiga survei tersebut bertepatan pada musim tanam kedua dan ketiga. Jendela waktu survei yang diberikan adalah 7 hari. Apabila surveyor melaksanakan survei di luar jendela waktu tersebut, maka pengiriman data lapangan akan ditolak oleh sistem komunikasi data.

Dalam pelaksanaan survei lapangan, parameter yang diambil datanya berjumlah 8 buah, namun setelah pengolahan menghasilkan 14 parameter seperti yang terlihat dalam Tabel 1. Hal tersebut karena sistem akan menganalisis parameter baru dari data yang diperoleh dari lapangan. Luasan per fase pertumbuhan padi dapat diestimasi setiap dilakukan survei lapangan. Luasan per fase pertumbuhan padi penting bagi para pengambil keputusan untuk mengetahui secara kuantitatif luasan per fase tumbuh dalam kaitannya dengan penentuan jumlah pengadaan bibit, pupuk, atau pengadaan pangan di kabupaten tertentu.

KSA juga dapat digunakan sebagai alat untuk memonitor dinamika penggunaan lahan sawah oleh para petani. Dalam tabel 1 kolom 1, terdapat 'total sawah' yang memberikan informasi luasan sawah (ha) yang dimanfaatkan untuk budidaya padi. Sedangkan 'lain-lain' memberikan informasi luasan lahan bukan sawah dan sawah yang dimanfaatkan bukan untuk tanaman padi. Pada Survei-1, lahan sawah yang dibudidayakan untuk tanaman padi seluas 102.878 ha, sedangkan lain-lain seluas 24.347 ha. Pada Survei-2, lahan sawah yang dibudidayakan untuk padi seluas 100.058 ha, sedangkan lain-lain seluas 25.505 ha. Jadi ada pengurangan lahan sawah pada Survei-1 yang dimanfaatkan untuk padi yang digunakan untuk budidaya tanaman lain pada Survei-2. Pada Survei-3, lahan sawah yang dibudidayakan untuk tanaman lain berkurang dibandingkan dengan Survei-2. Demikian juga konversi lahan sawah menjadi lahan pemanfaatan lain atau sebaliknya dapat dimonitor dengan menggunakan KSA.



Gambar 5. Penyebaran Fase Tumbuh Padi Berdasarkan Proporsi Per Sampel Segmen

Apabila terjadi kecenderungan pengurangan total luasan sawah yang cukup signifikan dari seri pelaksanaan survei, maka dapat diindikasikan terjadi konversi lahan lawah menjadi lahan peruntukan lain. Sedangkan apabila terjadi kecenderungan penambahan total luasan sawah yang cukup signifikan maka dapat diindikasikan terjadi penambahan lahan sawah baru.

Untuk mengetahui lebih detail tentang penyebaran spasial fase pertumbuhan padi dalam suatu kabupaten, data hasil survei dapat diproses berdasarkan penyebaran sampel segmen, seperti yang terlihat dalam Gambar 5. Dalam gambar tersebut terlihat bahwa pada awal Agustus 2012, pada umumnya pesawahan wilayah Karawang Utara dalam fase panen dan pengolahan lahan. Sementara persawahan wilayah Karawang tengah dalam fase vegetatif-1 dan vegetatif-2. Sedangkan pesawahan wilayah Karawang Selatan dalam fase generatif dan ada sebagian pesawahan yang ditanami bukan padi. Pengetahuan tentang penyebaran secara spasial fase-fase pertumbuhan padi akan dapat memberikan gambaran kepada pengambil keputusan dan pemangku kepentingan lainnya tentang harus dialokasikan ke mana bantuan saprotan, pengadaan pangan, maupun distribusi air irigasi. Data penyebaran spasial fase-fase pertumbuhan padi tersebut dapat dimonitor setiap kali survei lapangan dilakukan, sehingga juga akan memberikan gambaran tentang

dinamika kebutuhan yang diperlukan dalam pengelolaan budidaya padi.

Monitoring jumlah produksi di kabupaten juga dapat diketahui setiap dilakukan survei dengan mengetahui luas panen kumulatifnya dan produktivitasnya. Misalnya untuk Karawang, produktivitas GKP (Gabah Kering Panen) pada *sub-round-2* berdasarkan ubinan BPS adalah 10,03 ton/ha, maka jumlah produksi pada Survei-1, Survei-2, dan Survei-3, masing-masing adalah 194.161 ton, 192.486 ton dan 173.960 ton.

Sepanjang siklus pertumbuhan padi sekitar 105 hari setelah tanam dan umur per fase pertumbuhan diketahui, maka peramalan luas panen dapat dilakukan. Misalnya peramalan luas panen 2 bulan kedepan adalah penjumlahan luas fase tumbuh vegetatif-2 dan generatif. Sedangkan peramalan luas panen 4 bulan kedepan didasarkan pada penjumlahan luas fase tumbuh pengolahan lahan, vegetatif-1, vegetatif-2, dan generatif. Peramalan luas panen Kabupaten Karawang dari 3 kali survei dapat dilihat dalam Tabel 1, bagian peramalan luas panen dan produksi. Sedangkan peramalan produksi didasarkan pada peramalan luas panen dikalikan dengan produktivitas pada saat dilakukan survei.

Akurasi estimasi luas tanaman padi diukur dengan koefisien variasi yang dinyatakan dalam persen. Koefisien variasi ini menggambarkan

variasi nilai estimasi terhadap nilai tengah dalam sampel segmen. Nilai koefisien variasi dari 3 kali survei, masing-masing adalah 4,25 persen, 4,95 persen, dan 4,52 persen. Tingkat akurasi dari 3 kali survei yang telah dilakukan lebih kecil dari 5 persen, mengindikasikan ukuran sampel 1 persen sudah mencukupi dan hasil estimasi dengan menggunakan pendekatan KSA cukup baik.

Pendekatan kerangka sampel area di Eropa dan di Amerika tidak hanya digunakan untuk mengestimasi tanaman pangan pokok, tetapi juga digunakan untuk tutupan lahan yang lain. Kerangka sampel area yang dikembangkan di Indonesia saat ini juga dapat digunakan untuk tanaman pangan lainnya hanya dengan sedikit modifikasi. Modifikasi terutama obyek pengamatan lapangan dan formulir isian survei.

IV. KESIMPULAN

Pertama, proses pembangunan KSA, mulai dari stratifikasi, pengambilan sampel, dan penyediaan alat bantu survei dapat dilakukan dengan cepat dan relatif mudah. Ketersediaan peta baku digital dan cetak dari BIG, citra satelit resolusi tinggi serta adanya perangkat lunak GIS sangat membantu proses pembangunan tersebut. Perancangan KSA didasarkan pada kaidah-kaidah ilmiah statistika dan menghasilkan data yang tidak bias.

Kedua, sistem KSA dapat diimplementasikan untuk estimasi luasan padi dengan cepat dan akurat. Pelaksanaan survei dapat dilakukan dengan cepat, yaitu sekitar 1 jam untuk 1 sampel segmen. Penggunaan sistem komunikasi *SMS-gateway* mempercepat pengiriman data dari tingkat lapangan sampai ke pusat dan hasil estimasi bersifat *near real time*. Hasilnya sangat akurat karena merupakan hasil pengamatan langsung di lapangan, dan presisinya cukup tinggi yang ditunjukkan oleh nilai CV rendah.

Ketiga, data luas setiap fase pertumbuhan padi dapat diperoleh dengan cepat, yaitu 7 hari untuk seluruh kabupaten, mulai dari tingkat lapangan sampai ke tingkat pusat. Data luas panen dari sistem KSA dan data produktivitas dari sistem ubinan menghasilkan data produksi padi. Data luas padi pada setiap fase pertumbuhan menghasilkan angka ramalan luas panen.

Selain ketiga kesimpulan di atas, aplikasi sistem KSA akan melahirkan implikasi positif terhadap pemantauan tanaman pangan, yaitu (1) alat pantau dinamika penggunaan lahan sawah, (2) alat pantau untuk mengetahui konversi lahan sawah, dan (3) kemungkinan sistem KSA diaplikasikan untuk statistik tanaman pangan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Badea, A., D. Mihai, M. Marin, R. Mudura, I. Matei, C. Manole, R. Girbea. 1998. "MARS MERA Regional Inventories Results in Romania", *Proceedings 1994-1996 Results Conference of Phare Multi-Country Environment Programme MARS and Environmental Related Applications (MERA) Project* (Dec. 10-11, 1996, Bratislava), Session II : 161-170.
- BPPT-EU. 2001. SARI (Satellite Assessment of Rice in Indonesia). *Final Phase A Technical Report*. Jakarta.
- BPS (Badan Pusat Statistik)-Deptan (Departemen Pertanian). 1995. *Pedoman Pengumpulan Data Tanaman Pangan dan Hortikultura*.
- BPS (Badan Pusat Statistik)-Deptan (Departemen Pertanian). 2003. *Pedoman Pengumpulan Data Tanaman Pangan dan Hortikultura*.
- Cressie, N. 1993. *Statistics for spatial data*. Revised Edition. John Wiley & Sons, New York.
- Christian, G. dan J.C. Porchier, 1998. Land cover and land use classification using TER-UTI. Int'l Con. on Agric. Stat (Proc.). Int'l Stat. Institute. Washington, D.C.
- Davies, C. 2009. *Area Frame Design for Agricultural Surveys*. Development Division, NASS-USDA. Washington DC 20250.
- Delincé, J. 2001. A European approach to area frame survey. *the Conference on Agricultural and Environmental Statistical Applications* (Proc.). Rome, Italy. p. 463-472
- European Communities-EC. 2003. The Lucas (Land Use/Cover Area Frame Statistical Survey) survey: European statisticians monitor territory. *Working papers and studies*. European Union
- Gallego, F.J. 1995. Sampling Frames of Square Segments. *Report EUR 1631 EN*. Joint Research Centre, European Commission, Luxembourg
- Garcia, R.M. 2012. Using area frame for agricultural censuses and surveys: The Philippines Experience. *Regional Workshop on Sampling for Agricultural Censuses and Surveys*. Bangkok, Thailand.
- Garibay, R. dan M. Steiner. 1998. Area frame point sampling: An explanatory study to measure

Nicaragua agricultural production. Sixth IWG. *AGRI Seminar on Agricultural Statistics*. St.Petersburg-Russian Federation, 29 June - 3 July 1998. FAO, UN/ECE, EUROSTAT.

Sarah Hoffman, S., M Steiner. 2013. Pilot Point Sample Area Frame for Agricultural Statistics in Nigeria. *Proceedings 59th ISI World Statistics Congress*, 25-30 August 2013, Hong Kong (Session STS043). Pp.1936-1941.

Hosaka, M. 2014. *Rice objective yield survey in Japan*. Crop Monitoring for Improved Food Security (Proc.). The 25 th Asia and Fasific Commision on Agricultural Statistics. Vientiane, Lao PDR, 17 February 2014. FAO-ADB.

Jinguji, I. 2014. *Dot sampling method for area estimation*. Crop Monitoring for Improved Food Security (Proc.). The 25 th Asia and Fasific Commision on Agricultural Statistics. Vientiane, Lao PDR, 17 February 2014. FAO-ADB.

Kamikura, K. 2012. Estimation of Planted Area using the Dot Sampling Method. The 24 th Asia and Fasific Commision on Agricultural Statistics. Da Lat, Viet Nam. FAO.

Porchier, J.C. 1990. La Teledetection dans dans le Programme d'Enguetes du SCEES. *Conference on the Appl. Of Remote Sensing to Agricultural Statistics*. Office for Publication of the E.C. Luxembourg.

Ripley, B.D. 1981. *Spatial Statistics*, John Wiley & Son, New York

Taylor, C. Sannier, J. Delince, FJ. Gallego 1997. Regional Crop Inventories in Europe Assisted by Remote Sensing : 1988-1993. *Synthesis Report of the MARS Project – Action I*, Joint Research Centre, Luxembourg.

BIODATA PENULIS :

Mubekti dilahirkan di Tuban 2 Mei 1956. Pendidikan S1 Jurusan Ilmu Tanah, IPB Bogor tahun 1980 dan S2 bidang Remote Sensing di Cranfield University, Inggris tahun 1992.

Lena Sumargana dilahirkan di Garut, 15 Juli 1967. Pendidikan S1 Geofisika tahun 1993 di Institut Teknologi Bandung dan S2 Teknik Pertambangan Tahun 2003 di Institut Teknologi Bandung, serta program diploma sistem informasi geografi tahun 2005 di International Institute for Geo-Information Science and Earth Obeservation, Enschede, Belanda.

Halaman ini sengaja dikosongkan