

Salim, S.Pd., M.Si.



SEMIVARIOGRAM ANISOTROPIK
POTENSI KEKUATAN
GEMPA BUMI



Biografi



Salim, S.Pd., M.Si. Lahir di Lombe Sulawesi Tenggara pada tanggal 09 Februari 1985. Tahun 1993 sampai dengan tahun 2006 menamatkan pendidikan Sekolah Dasar dan Menengah di lombe, kemudian pada tahun 2007, melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Halu Oleo dengan mengambil Program Studi Pendidikan Matematika dan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada tahun 2012. Pada tahun 2014 melanjutkan pendidikan S2 di Institut Teknologi Bandung pada Program Studi Matematika dengan Kelompok Keahlian Statistika dan meraih gelar Magister Sains pada tahun 2016. Penulis merupakan dosen aktif yang mengampu matakuliah Stastika Dasar, Statistika Matematika, Statistika Terapan pada Universitas Sembilanbelas November Kolaka. Bidang fokus Penulis adalah analisis data spasial, data time series, data panel, dan simulasi rantai markov.



0858 5343 1992
eurekamediaaksara@gmail.com
Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362



SEMIVARIOGRAM ANISOTROPIK POTENSI KEKUATAN GEMPA BUMI

Salim, S.Pd., M.Si.



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

**SEMIVARIOGRAM ANISOTROPIK POTENSI KEKUATAN
GEMPA BUMI**

Penulis : Salim, S.Pd., M.Si.

Editor : Halidin, S.Pd., M.PMat

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Siwi Rimayani Oktora

ISBN : 978-623-5382-96-8

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, JUNI 2022**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992

Surel : eurekamediaaksara@gmail.com

Cetakan Pertama : 2022

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan buku ini. Penulisan buku merupakan buah karya dari pemikiran penulis yang diberi judul “ Semivariogram Anisotropik Potensi Kekuatan Gempa Bumi”. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan karya ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Sehingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca.

Variogram adalah alat geostatistik untuk memvisualisasi atau menggambarkan, memodelkan, dan menjelaskan korelasi spasial berupa variansi selisih antar observasi. Sedangkan kriging adalah metode geostatistik yang digunakan untuk mengestimasi nilai dari sebuah titik atau blok sebagai kombinasi linear dari nilai observasi yang terdapat di sekitar titik atau blok yang akan diestimasi. Data yang digunakan dalam pemodelan variogram dan prediksi dengan metode kriging adalah data sumber gempa yang terjadi di laut di wilayah Indonesia.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna penyempurnaan buku ini. Akhir kata saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
BAB 2 ANALISIS VARIOGRAM	5
A. Data Spasial dan Kestasioneran.....	5
B. Analisis Variogram	8
C. Model - model Semivariogram.....	11
D. Pemodelan Semivariogram Anisotropik.....	19
BAB 3 ANALISIS KRIGING	24
A. Persamaan Kriging.....	24
B. Kriging Biasa (<i>Ordinary Kriging</i>).....	25
C. Kriging Sederhana (<i>Simple Kriging</i>).....	28
D. Kriging Universal (<i>Universal Kriging</i>).....	30
BAB 4 PERHITUNGAN POTENSI KEKUATAN GEMPA.....	33
A. Laut Banda Maluku	33
B. Data Gempa.....	34
C. Perhitungan Statistik Deskriptif	35
D. Semivariogram Eksperimental dan Pencocokkan (<i>Fitting</i>).....	37
E. Perhitungan Potensi Gempa	48
BAB 5 PENUTUP.....	59
DAFTAR PUSTAKA	61
TENTANG PENULIS.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Statistik deskriptif dari data kekuatan gempa bumi di laut Banda Indonesia 31 Januari 2008.	35
Tabel 4.2 Hasil perhitungan nilai MSE metode kriging.	54
Tabel 4.3 Hasil estimasi kekuatan gempa pada tiga lokasi dengan beberapa besar sudut anisotropik yang berbeda.	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta tektonik kepulauan Indonesia dan sekitarnya (sumber: Tim Revisi Peta Geomorfologi Indonesia 2010 dan BMKG).....	2
Gambar 2.1	Pasangan dua observasi yang dipisahkan oleh vektor h dalam tiga dimensi.	7
Gambar 2.2	Grafik fungsi kovariansi $C(\mathbf{h})$ dan semivariogram $\gamma(\mathbf{h})$. Fungsi kovariansi berbanding terbalik dengan fungsi semivariogram, jika h menuju tak hingga maka fungsi kovariansi konvergen ke nol sedangkan fungsi semivariogram konvergen ke sill yaitu $C(\mathbf{0})$	8
Gambar 2.3	Grafik semivariogram terhadap jarak vektor h yang berkaitan dengan parameter nugget effect, range dan sill.	10
Gambar 2.4	Grafik model Sferikal dengan sill $C = 1$ skala parameter $(a) = 0,25$	12
Gambar 2.5	Model Eksponensial dengan sill $C = 1$ dan skala parameter $(a) = 0,25$	13
Gambar 2.6	Model Gauss dengan sill $C = 1$ dan skala parameter $(a) = 0,25$	14
Gambar 2.7	Model Kubik dengan range yang berbeda-beda dan sill =1, nilai range yang kecil atau mendekati nol maka grafik model tersebut lebih cepat mencapai sill.	15
Gambar 2.8	Model Sinus Kardinal dengan sill =1, nilai range yang kecil atau mendekati nol, maka model Sinus Kardinal lebih cepat mencapai sill dan lebih cepat teredam disekitar sill.	15
Gambar 2.9	Model Pangkat memiliki titik perpotongan yang sama untuk ke lima nilai range yaitu pada nilai $\gamma_{\mathbf{h}} = 1$	16
Gambar 2.10	Model linear tidak terbatas pada sill. Model ini konvergen ke ∞ bila $ \mathbf{h} $ menuju ∞	17
Gambar 2.11	Model Logaritma tidak terbatas pada sill. Model ini tidak terdefinisi di titik nol yaitu $\gamma_{\mathbf{h}}$ konvergen ke $-\infty$ bila $ \mathbf{h} $ menuju 0 dan konvergen ke ∞ bila $ \mathbf{h} $ menuju ∞	17

Gambar 2.12 Kasus tiga dimensi dengan arah sumbu anisotropik masing-masing adalah ax , ay , dan az	20
Gambar 2.13 Transformasi sistem koordinat tiga dimensi yang didefinisikan oleh dua sudut rotasi, (a) sudut pertama α didefinisikan sudut rotasi searah jarum jam pada sumbu Latitude, dan (b) sudut kedua β didefinisikan sudut rotasi searah jarum jam pada sumbu Longitude*.....	22
Gambar 3.1 Diagram alir yang berisi tahapan-tahapan dalam analisis semivariogram dan kriging. Dalam tesis ini pemodelan difokuskan pada proses stasioner.	32
Gambar 4.1 Zona subduksi (Megathrust) di wilayah Indonesia (Sumber: Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010)....	34
Gambar 4.2 (a) Boxplot dan (b) Histogram data Kekuatan Gempa. Plot Boxplot dan Histogram tidak terdapat pencilan, rata-rata data berkumpul di sekitar median dan rata-rata.....	36
Gambar 4.3 Plot tiga dimensi dari data gempa bumi untuk 52 lokasi terhadap Latitude, Longitude, dan Depth. Warna pada plot tersebut menyatakan potensi kekuatan gempa, yaitu warna merah menunjukkan potensi kekuatan gempa yang cukup tinggi sedangkan warna biru menunjukkan potensi kekuatan yang cukup rendah.....	37
Gambar 4.4 Ilustrasi analisis semivariogram setiap bidang arah sumbu anisotropik dalam tiga dimensi (pada Balok ABCD.EFGH). Pada masing-masing bidang, ada 36 arah sumbu anisotropik.....	38
Gambar 4.5 Plot semivariogram eksperimental dan fitting model semivariogram Eksponensial dengan nilai sill 0,5063, (a) arah 90° dengan nilai range 0,3, (b) arah 0° dengan nilai range 0,1, (c) arah 45° dengan nilai range 0,2, dan (d) arah 135° dengan nilai range 0,1.....	39
Gambar 4.6 Plot semivariogram eksperimental dan fitting model semivariogram Eksponensial dengan nilai sill 0,5063, (a) arah 90° dengan nilai range 0,4, (b) arah 0° dengan nilai range 0,1, (c) arah 45° dengan nilai range 0,1, dan (d) arah 135° dengan nilai range 0,2.....	40

- Gambar 4.7 Plot semivariogram eksperimental dan fitting model semivariogram Eksponensial dengan nilai sill 0,5063, (a) arah 90° dengan nilai range 0,4, (b) arah 0° dengan nilai range 0,3, (c) arah 45° dengan nilai range 0,2, dan (d) arah 135° dengan nilai range 0,2.....41
- Gambar 4.8 Plot semivariogram eksperimental dan fitting model semivariogram Eksponensial dengan nilai sill 0,5063, (a) arah 90° dengan nilai range 0,4, (b) arah 0° dengan nilai range 0,2, (c) arah 45° dengan nilai range 0,26, dan (d) arah 135° dengan nilai range 0,23.....42
- Gambar 4.9 Plot semivariogram eksperimental dan fitting model semivariogram Eksponensial dengan nilai sill 0,5063, (a) arah 90° dengan nilai range 0,4, (b) arah 0° dengan nilai range 0,1, (c) arah 45° dengan nilai range 0,1, dan (d) arah 135° dengan nilai range 0,1.....43
- Gambar 4.10 Plot semivariogram eksperimental dan fitting model semivariogram Eksponensial dengan nilai sill 0,5063, (a) arah 90° dengan nilai range 0,3, (b) arah 0° dengan nilai range 0,2, (c) arah 45° dengan nilai range 0,2, dan (d) arah 135° dengan nilai range 0,1.....44
- Gambar 4.11 Plot semivariogram eksperimental dan fitting model semivariogram Eksponensial dengan nilai sill 0,5063, (a) arah 90° dengan nilai range 0,3, (b) arah 0° dengan nilai range 0,1, (c) arah 45° dengan nilai range 0,2, dan (d) arah 135° dengan nilai range 0,15.....45
- Gambar 4.12 Plot semivariogram eksperimental dan fitting model semivariogram Eksponensial dengan nilai sill 0,5063, (a) arah 90° dengan nilai range 0,1, (b) arah 0° dengan nilai range 0,2, (c) arah 45° dengan nilai range 0,24, dan (d) arah 135° dengan nilai range 0,1.....46
- Gambar 4.13 Plot semivariogram eksperimental dan fitting model semivariogram Eksponensial dengan nilai sill 0,5063, (a) arah 90° dengan nilai range 0,1, dan (b) arah 0° dengan nilai range 0,2.46
- Gambar 4.14 Plot tiga dimensi (a) data asli kekuatan gempa bumi di 52 lokasi dan (b) hasil estimasi dengan metode OK. Warna pada plot tersebut menyatakan potensi kekuatan gempa. Dilihat dari warnanya, terdapat

	perbedaan potensi kekuatan gempa antara data asli dengan hasil estimasi.....	49
Gambar 4.15	Plot dua dimensi (a) data asli kekuatan gempa bumi di 52 lokasi dan (b) hasil estimasi dengan metode OK.....	51
Gambar 4.16	Plot tiga dimensi (a) data asli kekuatan gempa bumi di 52 lokasi dan (b) hasil estimasi dengan metode SK.....	52
Gambar 4.17	Plot dua dimensi (a) data asli kekuatan gempa bumi dan (b) hasil estimasi dengan metode SK di 52 lokasi.....	53



**SEMIVARIOGRAM ANISOTROPIK
POTENSI KEKUATAN GEMPA BUMI**

Salim, S.Pd., M.Si.



BAB

1

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak pada pertemuan empat lempeng tektonik yang sangat kompleks dan aktif, yaitu lempeng Eurasia di bagian Utara, lempeng Indo-Australia di bagian Selatan, lempeng Filipina dan Samudera Pasifik di bagian Timur. Lempeng Indo-Australia bergerak relatif ke arah Utara dan menyusup kedalam lempeng Eurasia, sedangkan lempeng Pasifik bergerak relatif ke arah Barat. Pergerakan relatif dari lempeng tektonik tersebut menimbulkan terjadinya sesar-sesar regional yang selanjutnya dapat berkembang menjadi daerah pusat sumber gempa bumi. Kondisi ini menyebabkan Indonesia masuk dalam wilayah yang mempunyai potensi gempa bumi tertinggi di dunia. Gempa bumi merupakan peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya atau bergesernya lapisan batuan pada kerak bumi. Besarnya kekuatan gempa yang terjadi pada pusat gempa akan mengakibatkan terjadinya besaran getaran serta pengaruh yang berbeda pada daerah di permukaan bumi.

Menurut Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010, tingginya aktifitas kegempaan yang terlihat dari hasil pencatatan dalam rentang waktu 1897-2009, terdapat lebih dari 14.000 kejadian gempa dengan magnitudel lebih besar dari 5 Skala Richter ($M > 5,0$). Kejadian gempa - gempa utama (*main shocks*) dalam rentang waktu tersebut tercatat berbagai aktifitas gempa besar di Indonesia, yaitu Gempa Aceh disertai tsunami tahun 2004 ($M = 9,2$), Gempa Nias tahun 2005 ($M = 8,7$), Gempa Jogja tahun 2006 ($M = 7,6$), Gempa

BAB 2

VARIOGRAM

A. Data Spasial dan Kestasioneran

Data spasial adalah data tentang suatu wilayah yang memiliki struktur data dan format tertentu yang memiliki referensi geografis yang benar, disajikan dalam bentuk data grafis dan atribut. Data spasial dapat berupa peta maupun citra penginderaan jauh. Data ini menjadi sumber informasi yang singkat dan menyeluruh, serta menjadi dasar analisis tentang segala sesuatu yang berhubungan dengan lokasi.

Misalkan $\{M(\mathbf{s}): \mathbf{s} \in \mathbb{R}^3\}$ koleksi peubah acak dengan $M(\mathbf{s}) = \{M(\mathbf{s}_1), M(\mathbf{s}_2), \dots, M(\mathbf{s}_N)\}$ dan indeks parameter lokasi $\mathbf{s}_i, i = 1, 2, \dots, N$, maka $\{M(\mathbf{s}): \mathbf{s} \in \mathbb{R}^3\}$ disebut proses spasial. Proses spasial memiliki variabilitas, sehingga memerlukan hipotesis stasioner yang menjamin bahwa model yang diprediksi dari data sampel berlaku juga bagi data populasi. Daerah yang memenuhi asumsi stasioner dinamakan daerah stasioner. Ada tiga jenis kestasioneran proses spasial (Montero dkk, 2015, halaman 14-17) yaitu:

1. Proses spasial $\{M(\mathbf{s}): \mathbf{s} \in \mathbb{R}^3\}$ dikatakan stasioner kuat (*strictly stationary*) jika untuk sebarang indeks parameter lokasi $\mathbf{s}_1, \mathbf{s}_2, \dots, \mathbf{s}_N$ dan untuk sebarang translasi vektor $\mathbf{h} \in \mathbb{R}^3$ berlaku:

$$\begin{aligned} F_s(M(\mathbf{s}_2), M(\mathbf{s}_2), \dots, M(\mathbf{s}_N)) \\ = F_{\mathbf{s}+\mathbf{h}}(M(\mathbf{s}_2 + \mathbf{h}), M(\mathbf{s}_2 + \mathbf{h}), \dots, M(\mathbf{s}_N + \mathbf{h})) \end{aligned}$$

BAB

3

ANALISIS KRIGING

Pemilihan model semivariogram teoritis yang sesuai dengan perhitungan semivariogram eksperimental sangat menentukan dalam proses kriging. Model semivariogram teoritis tersebut sebagai langkah awalnya dilakukannya validasi model, yang akan digunakan dalam persamaan kriging. Kriging adalah metode geostatistik yang digunakan untuk mengestimasi nilai dari sebuah titik atau blok sebagai kombinasi linear dari nilai observasi yang terdapat di sekitar titik atau blok yang akan diestimasi. Estimasi titik atau blok yang berada dalam satu daerah dengan observasi-observasi yang ada disebut interpolasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keakuratan hasil estimasi kriging (Armstrong, 1998) yaitu:

- a. Banyaknya sampel dan kualitas data di setiap titik observasi.
- b. Posisi sampel.
- c. Jarak antara sampel dan titik atau blok yang diestimasi.
- d. Fluktuasi atau penyebaran sampel (reguler atau irreguler).

A. Persamaan Kriging

Asumsi yang digunakan untuk membentuk persamaan kriging adalah:

- a. Variabel regional memiliki $M(\mathbf{s}_i)$ pada lokasi \mathbf{s}_i .
- b. Variabel regional memenuhi stasioner intrinsik.

Berdasarkan asumsi rata-rata yang digunakan, maka metode kriging dapat dibedakan tiga tipe (Montero dkk, 2015) yaitu: *Ordinary Kriging* (OK), *Simple Kriging* (SK), *Universal*

BAB

4

PERHITUNGAN POTENSI KEKUATAN GEMPA

A. Laut Banda Maluku

Laut Banda merupakan salah satu laut terdalam di dunia dan terletak di bagian selatan kepulauan Maluku Indonesia. Laut ini memiliki luas 583.096 km² dan palung laut dengan kedalaman sekitar 7.440 meter. Pada kedalaman 500 sampai 1.500 meter terdapat Arus Lintas Indonesia yang menyebabkan terjadinya pencampuran massa air sehingga mentrasformasikan karakteristik massa air yang berasal dari Samudera Pasifik menjadi *Banda Sea Intermediate Water* (BSIW) atau dikenal juga sebagai *Indonesian Intermediate Water* (IIW).

Laut Banda dibatasi oleh beberapa pulau dan laut lain yaitu: (i) di bagian Timur dibatasi oleh kepulauan Kaidan kepulauan Aru, (ii) di bagian Selatan dibatasi oleh laut Arafuru, kepulauan Tanibar, dan Timor, (iii) di bagian Utara dibatasi oleh Ambon, Buru, dan Seram, (iv) di bagian Barat dibatasi oleh pulau Wakatobi, Buton, dan kepulauan Tukangbesi. Laut Banda memiliki struktur Geologi yang kompleks, hal ini terlihat dari adanya salah satu struktur Geologi berupa Busur Banda (*Banda Arc*). Busur Banda ditandai dengan busur kepulauan yang memanjang meliputi kepulauan Gorong, kepulauan Watubela, kepulauan Tayandu, dan kepulauan Tanibar. Karakteristik Geologi menjadikan pulau-pulau yang terbentuk merupakan pulau vulkanik dan terletak pada struktur Geologi yang kompleks, sehingga menjadi ancaman gempa dan tsunami yang terbesar di laut Banda.

BAB 5

PENUTUP

Model semivariogram yang cukup baik untuk menggambarkan konfigurasi spasial dari potensi kekuatan gempa bumi di laut Banda adalah model semivariogram Eksponensial.

Model semivariogram Eksponensial dengan *range* 0,1 (dalam derajat) pada sumbu anisotropik *Latitude*, *range* 0,3 (dalam derajat) pada sumbu anisotropik *Longitude*, dan dengan *range* 0,4 (dalam derajat) pada sumbu anisotropik *Depth*, serta memiliki *sill* yang sama yaitu 0,5063 (dalam derajat) yang korespondensi dengan elipsoida. Hal ini dikatakan model semivariogram memiliki keberpengaruhan spasial dalam volume elipsoida.

Model semivariogram Eksponensial untuk data kekuatan gempa bumi dengan arah sudut anisotropik (α, β) adalah: $\gamma(|\mathbf{h}^*|) = 0,5063(1 - \exp(-|\mathbf{h}^*|))$ dengan:

$$|\mathbf{h}^*| = \sqrt{\left(\frac{(x_i - x_j) \cos \alpha \cos \beta + (y_i - y_j) \sin \alpha \cos \beta + (z_i - z_j) \sin \beta}{0,1}\right)^2 + \left(\frac{-(x_i - x_j) \sin \alpha + (y_i - y_j) \cos \alpha}{0,3}\right)^2 + \left(\frac{-(x_i - x_j) \cos \alpha \sin \beta - (y_i - y_j) \sin \alpha \sin \beta + (z_i - z_j) \cos \beta}{0,4}\right)^2}$$

Metode yang cocok untuk mengestimasi data kekuatan gempa adalah metode Simple *Kriging* (SK). Hal ini dilihat dari hasil *Mean Square Error* (MSE) yang terkecil. Gambaran konfigurasi spasial dari potensi gempa memberikan hasil estimasi yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA

- Amnipoor, H., Ghafoori, M., Lashkaripour, Gholam Reza (2013): The Application of Geostatistical Method to Repair the 3D Petrophysical Model of Oil Reservoir, *Open Journal of Geology*, 3, 7-18.
- Armstrong, Margaret (1998): *Basic Linear Geostatistics*, Springer-Verlag, Heidelberg, New York.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika mengenai gempa bumi, diperoleh melalui internet: http://www.bmkg.go.id/BMKG_Pusat/Gempabumi_-_Tsunami/Gempabumi.bmkg/. Diunduh pada tanggal Maret 2016
- Banerjee, S., Carlin, Bradley P., dan Gelfand, Alan E.. S. (1998): *Hierarchical Modeling and Analysis for Spatial Data*, Springer-Verlag, Heidelberg, New York.
- Blackwell, M.R.L., (1972): A model of Bougainville copper's Panguna Orebody, In: D.G. Salamon and F.H. Lancaster (Editors), *Application of Computer Methods in the Mineral Industry. S.A.I.M.M.*, pp. 35 – 40.
- Cressie, N.A.C. (1993): *Statistics for Spatial Data*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- David, Michel (1977): *Geostatistical Ore Reserve Estimation*, Amsterdam Oxford, New York.
- Faisal, F. (2004): *Estimasi Cadangan Emas dengan Sequential Kriging*, Institut Teknologi Bandung.
- Hohn, M. Edward (1999): *Geostatistics and Petroleum Geology*, 2nd, Kluwer Academic Publishers, London.
- Isaaks Edward H. dan Srivastava R. Mohan (1989): *Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York.
- Kitanidis, P. K. (1997): *Introduction to Geostatistics: Applications to Hydrogeology*, Cambridge University Press.

- Kementerian Lingkungan Hidup (2013): *Deskripsi Peta Ekoregional Laut Indonesia*, Deputi Tata Lingkungan, Jakarta Indonesia.
- Mcquire, Bill (2012): *Waking the Giant: How a Changing Climate Triggers Earthquakes, Tsunamis, and Volcanoes*, OxfordUniversity Press, New York.
- Montero, Jose-Maria dkk (2015): *Spatial and Spatio-Temporal Geostatistical Modeling and Kriging*, John Wiley and Sons, Ltd.
- Sari, RR. Kurnia Novita (2009): *Model semivariogram dan Estimasi Ordinary Kriging untuk Nilai Ujian Nasional SMP di Kota Bandung dan Cimahi*, Institut Teknologi Bandung.
- Stein, Michael L. (1999): *Interpolasi of Spatial Data*, Springer-Verlag, New York.
- Tim Revisi Peta Gempa Indonesia (2010): *Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia 2010*, Bandung.
- Wackernagel,Hans (1995):*Multivariate Geostatistics andAnalysis forSpatial Data*,Springer-Verlag,Heidelberg,New York.

TENTANG PENULIS



Salim, S.Pd., M.Si. Lahir di Lombe Sulawesi Tenggara pada tanggal 09 Februari 1985. Tahun 1993 sampai dengan tahun 2006 menamatkan pendidikan Sekolah Dasar dan Menengah di lombe, kemudian pada tahun 2007, melanjutkan pendidikan S1 di Universitas Halu Oleo dengan mengambil Program Studi Pendidikan Matematika dan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada tahun 2012. Pada tahun 2014 melanjutkan pendidikan S2 di Institut Teknologi Bandung pada Program Studi Matematika dengan Kelompok Keahlian Statistika dan meraih gelar Magister Sains pada tahun 2016. Penulis merupakan dosen aktif yang mengampu matakuliah Stastika Dasar, Statistika Matematika, Statistika Terapan pada Universitas Sembilanbelas November Kolaka. Bidang fokus Penulis adalah analisis data spasial, data *time series*, data panel, dan simulasi rantai markov.