



9 772598 729007

READI
Risk Management, Economic Sustainability
and Actuarial Science Development in Indonesia



PENGANGGUNG JAWAB

Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc

(Sekretaris Jenderal MIPAnet)

Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc

(Dekan FMIPA UNSRAT)

EDITOR:

1. Feky R. Mantiri, M.Sc, P.h.D
2. Djoni Hatidja, M.Si
3. Dr. Nelson Nainggolan, M.Si
4. Dr. Henry Aritonang, M.Si
5. Christie Montolalu, M.Sc

DESAIN COVER: Parluhutan Siahaan, M.Si.

TIM PENILAI MAKALAH (*REVIEWER*)

1. Prof. Dr. Win Darmanto, M.Si., Ph.D
Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga
Surabaya
2. Prof. Dr. Ir. Herny Simbala, M.Si
Jurusan Biologi, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
3. Prof. Warsito, S.Si, DEA, Ph.D
Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Lampung
4. Dr. Hanny Sangian, M.Si
Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
5. Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc
Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
6. Prof. Dr. John S. Kekenusa, MS
Jurusan Matematika, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
7. Prof. Dr. Julius Lolombulan, MS
Jurusan Matematika, Universitas Negeri Manado
8. Prof. Dr. Zulkarnain Chaidir, MS
Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Andalas Padang
9. Prof. Dr. Ir. Julius Pontoh, M.Sc
Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado
10. Dr Teti Sutriyati Tuloli, M.Si., Apt
Jurusan Farmasi Universitas Negeri Gorontalo
11. Prof. Dr. Fatimawali, M.Si, Apt
Program Studi Farmasi, FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur panitia panjatkan ke hadirat Tuhan yang Maha Esa atas segala rahmat dan berkat-Nya sehingga kegiatan Seminar dan Rapat Tahunan *MIPAnet* 2017 ini dapat terlaksana.

Seminar dan Rapat Tahunan atau Semirata *MIPAnet* 2017 ini bertujuan untuk mewadahi penemuan-penemuan terkini dalam bidang Sains dan yang terkait sehingga terjadi pertukaran informasi di antara para peneliti dan juga sebagai wadah konsolidasi bagi para pimpinan atau dekan-dekan bidang MIPA di berbagai perguruan tinggi se-Indonesia untuk kemajuan pendidikan dan penelitian Sains dan bidang terkait lainnya. Semirata tahun ini diberi thema: “Sains untuk Kehidupan” dengan harapan sains yang ada saat ini akan dapat meningkatkan kesejahteraan dan kualitas hidup manusia.

Terselenggaranya Semirata ini adalah berkat kerjasama dan dukungan berbagai pihak, dan oleh karena itu kami panitia berterimakasih setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Ellen Joan Kumaat, M.Sc.,DEA selaku Rektor Universitas Sam Ratulangi Manado,
 2. Ibu Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc. selaku Sekretaris Jenderal *MIPAnet*, dan
 3. Bapak Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc. selaku Dekan Fakultas MIPA Unsrat,
- yang telah memberi dukungan yang maksimal baik secara moril maupun materil agar kegiatan ini terlaksana dengan baik.

Kami sampaikan juga terimakasih banyak atas kesediaan para *keynote speaker* dan *invited speaker* untuk memberikan pencerahan dan membagi ilmu dan pengalamannya di bidangnya masing-masing, dan diantaranya:

1. Bapak Olly Dondokambey, S.E. (Gubernur Sulawesi Utara)
2. Dr. Muhammad Dimyatin (Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristekdikti)
3. Prof. dr. Amin Subandrio W. Kusumo, Ph.D.,Sp.MK(K) (Direktur Lembaga Molekuler Eijkman)
4. Dr. Ariel Liebman, (Deputy Director Energy Materials and System Institute, Monash University, Australia)
5. Prof. Dr. Ken Seng Tan, (READI Project, University of Waterloo, Canada)
6. Dr. Laksana Tri Handoko (Deputi Bidang Ilmu Pengetahuan Teknik, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, LIPI)
7. Prof. Dr. Wolfgang Nellen, (Universität Kassel, Germany)
8. Prof. Dr. Andreas Ernst (Deputy Director of MAXIMA, Monash University, Australia)

Kepada semua Dekan-dekan anggota *MIPAnet* dan juga kepada kontributor atau pemakalah yang mempresentasikan makalahnya, para peserta yang mengikuti, sponsor maupun donator serta kepada PBI (Persatuan Biologi Indonesia) yang telah bekerjasama dan membantu terlaksananya kegiatan ini, kami atas nama seluruh panitia mengucapkan terimakasih.

Akhir kata, semoga seminar ilmiah di Manado ini membawa manfaat sebesar-besarnya bagi kehidupan bangsa dan negara Indonesia.

Manado, 24 Agustus 2017
Ketua Panitia

Ir. Feky Mantiri, M.Sc., Ph.D

Kata Sambutan Sekjen MIPAnet

MIPAnet (www.mipanet.or.id) yang dibentuk pada awal tahun 1999 di ITB Bandung adalah sebuah Jaringan Kerjasama Nasional Lembaga Pendidikan Tinggi Bidang MIPA yang beranggotakan Dekan FMIPA, Dekan FPMIPA, Dekan FST, dan Dekan FBIO. Pendirian MIPAnet bertujuan untuk meningkatkan kualitas sumberdaya keilmuan dan pendidikan bidang MIPA, memperjuangkan kepentingan seluruh anggota serta meningkatkan peran bidang MIPA dan Pendidikan MIPA bagi pembangunan Indonesia.

Setiap tahun MIPAnet menyelenggarakan seminar ilmiah yang dimaksudkan sebagai wadah untuk diseminasi hasil penelitian terbaru dari para pakar maupun peneliti bidang sains di Indonesia. Seminar yang diselenggarakan di Manado ini mengusung tema Sains untuk Kehidupan, yang menyajikan hasil penelitian di bidang Statistika, Matematika, Aktuaria, Biologi, Kimia, Farmasi, Pendidikan MIPA dan bidang terkait lainnya. Narasumber dari kegiatan ini adalah para pakar di berbagai bidang ilmu yang datang dari beberapa Negara, antara lain Kanada, Australia, Jerman dan Indonesia.

Kami berharap agar para pakar dan pembicara dalam seminar ini bisa sharing hasil penelitiannya, sehingga seluruh peserta seminar mendapatkan manfaat yang sebesar-besarnya dari kegiatan ilmiah ini. Kami juga berharap agar hasil diskusi dari pertemuan ilmiah ini dapat menjadi inspirasi, khususnya bagi para peneliti muda agar mereka dapat berkarya lebih produktif lagi di waktu-waktu mendatang.

Atas nama Pimpinan MIPAnet, kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak Gubernur Sulawesi Utara, Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan - Kemenristekdikti, Rektor Universitas Sam Ratulangi, para narasumber, Pimpinan FMIPA Universitas Sam Ratulangi, para sponsor, panitia serta semua pihak yang telah mendukung suksesnya acara ini serta semua pihak yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk hadir dan berpartisipasi dalam kegiatan ini. Semoga semua jerih payahnya dicatat Allah dan dibalasNya dengan pahala tanpa batas. Amin.

Akhir kata, semoga seminar ilmiah di Manado ini berjalan lancar dan membawa manfaat sebesar-besarnya bagi kehidupan bangsa dan negara Indonesia.

Manado, 24 Agustus 2017
Sekretaris Jenderal MIPAnet

Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc

SEMINAR NASIONAL DAN RAPAT TAHUNAN MIPAnet TAHUN 2017

DAFTAR ISI PROSIDING

KEYNOTE SPEAKERS:

- 1 Information Technology and Mathematics is Used to Address Indonesia's and Australia's Energy Challenges
Ariel Liebman iv
- 2 Agricultural Insurance Ratemaking: Development of a New Premium Principle
Ken Seng Tan v
- 3 Crispr/Ca9: Basics and Applications ini "Gene Surgery"
Wolfgang Nellen vi
- 4 Peran Biologi Molekuler dalam Pemetaan Keanekaragaman Hayati
Amin Soebandrio vii

BIDANG MATEMATIKA:

- 1 Sistem Antrian Pasien Pada Dokter Berbasis Web Menggunakan Sms Gateway
Angel Corputty,
Thomas Ch. Suwanto, dan
Rinaldi Munir 1 – 10
- 2 Aplikasi Analisis Sentimen Cuitan di Twitter Menggunakan Algoritma Boyer Moore
Angreanus Lukas,
Rinaldi Munir, dan
Debby Paseru 11 – 20
- 3 Magnetohidrodinamika Fluida Mikroktub Yang Mengalir Melalui Bola Pejal di Bawah Pengaruh Medan Magnet
Basuki Widodo,
Dieky Adzkiya, dan
Rizky Verdyanto Pratomo 21 – 26
- 4 Sistem Pendukung Keputusan Pemberian Pinjaman Menggunakan Fuzzy Simple Additive Weighting
Dony M. Sihotang,
Lorenzo B. Kanuru 27 – 34

5	Aplikasi Fuzzy C-Means Sebagai Tool Pengambil Kebijakan dalam Upaya Menurunkan Tingkat Pengangguran di Provinsi Maluku	<u>Dorteus L. Rahakbauw, dan</u> <u>Mozart W. Talakua</u>	35 – 44
6	Model Trinomial pada Penentuan Harga Opsi Saham Karyawan	<u>Emli Rahmi</u>	45 - 52
7	Pemodelan Pengeluaran Per Kapita di Provinsi Bengkulu Menggunakan Small Area Estimation dengan Pendekatan Regresi Penalized Spline	<u>Idhia Sriliana,</u> <u>Etis Sunandi, dan</u> <u>Ulfasari Rafflesia</u>	53 – 60
8	Perbandingan Penggunaan Jeffrey's Prior dan Cauchy Prior untuk Mengatasi Pemisahan dalam Model Regresi Logistik Biner pada Kasus Pemberian Bantuan Kredit Petani Rumput Laut di Kabupaten Kupang	<u>Evellin Dewi Lusiana</u>	61 – 66
9	Hubungan Pengalaman Mengajar dan Partisipasi Guru dalam MGMP dengan Kompetensi Profesional Guru Matematika SMP Provinsi Maluku Utara	<u>Evi Hulukati,</u> <u>Bakri La Hasan, dan</u> <u>Siti Zakiyah</u>	67 – 76
10	Analisis Kemampuan Representasi Matematis dan Self Efficacy Siswa SMP Dalam Penerapan Open-Ended	Hanifah Nurus Sopiany, dan Shelvy Vidia Puspa Dewi	77 – 86
11	Modifikasi Sistem Predator-Prey: Dinamika Model Leslie-Gower Dengan Daya Dukung Yang Tumbuh Logistik	<u>Hasan S. Panigoro, dan</u> <u>Emli Rahmi</u>	87 – 96
12	Pengaruh Pemanenan Terhadap Model Verhulst Dengan Efek Allee	<u>Emli Rahmi, dan</u> <u>Hasan S. Panigoro</u>	97 – 104
13	Rekonstruksi Struktur Penalaran Matematis Mahasiswa Melalui Pemecahan Masalah Matematika	<u>Hery Suharna,</u> <u>In Hi. Abdullah, dan</u> <u>Ardiana</u>	105 – 116
14	Pemahaman Literasi Matematis Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Yang Berkaitan Dengan Materi Bangun Ruang	<u>Indrie Noor Aini</u>	117 – 122

15	Penentuan Status Pemanfaatan dan Skenario Pengelolaan Ikan Tongkol (<i>Auxis Rochei</i>) di Perairan Manado - Sulawesi Utara	<u>John S. Kekenusa,</u> <u>Sendy B. Rondonuwu,</u> dan <u>Marline S. Paendong</u>	123 – 136
16	Analisis Deskripsi Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Kasus Gizi Buruk pada Balita di Sumba Timur NTT	<u>Keristina Br. Ginting,</u> <u>Rapmaida M. Pangaribuan,</u> dan <u>Meksianis Z. Ndii</u>	137 – 150
17	Pemahaman Matematis Siswa dalam Penyelesaian Masalah yang Berkaitan dengan Konsep Kecepatan	<u>Kiki Nia Sania Effendi</u>	151 – 158
18	Teori Himpunan Lunak dan Beberapa Operasinya	<u>Muhammad Abdy</u>	159 – 164
19	Aplikasi Bursa Rental Lapangan Futsal Berbasis Android	<u>Michael George</u> <u>Sumampouw</u>	165 – 172
20	Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Pada Hewan Ternak Menggunakan Certainty Factor Berbasis Web	<u>Ni Made Herlinawati,</u> <u>Immanuela P. Saputro,</u> <u>Rinaldo Turang</u>	173 – 180
21	Aplikasi Analisis Gerombol dan Visualisasi Multidimensional Gempa Bumi Provinsi Bengkulu dan Sekitarnya	<u>Fachri Faisal,</u> <u>Pepi Novianti,</u> <u>Jose Rizal</u>	181 – 190
22	Pendekatan Creative Problem Solving (CPS) Problem Solving (PS) dan Direct Instruction (DI) Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Mahasiswa Calon Guru	<u>Rika Mulyati Mustika</u> <u>Sari</u>	191 – 200
23	Pengaruh Strategi Vaksinasi Kontinu pada Model Epidemik SVRIS	<u>Tonaas Kabul Wangkok</u> <u>Yohanis Marentek</u>	201 – 210
24	Model Means-Ends-Analysis yang Dimodifikasi dengan Disertai Didactical Enginnering untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa SMP	<u>Wahid Umar</u>	211 – 224
25	Identification of Manado's Pilwako as The Candidate Mayor Territory Political Power In 2015 Using EM Algorithm With Model Based Selection	<u>Winsy Weku,</u> <u>Altien Rindengan</u>	225 – 234

- 26 Kajian Penerapan Model Pembelajaran Student Facilitator And Explaining Dan Group Investigation Dalam Pembelajaran Matematika Sistem Persamaan Linear Dua Peubah (Suatu Penelitian di SMP Negeri 4 Tondano)
Vivian Eleonora Regar 235 – 240

BIDANG FISIKA:

- 27 Dinamika Glukosa Dan Insulin Pada Tubuh Manusia Dengan Menggunakan Oral Minimal Model Termodifikasi
Agus Kartono,
Rakhmat Febriana,
Ardian Arif Setiawan,
Heriyanto Syafutra,
Setyanto Tri Wahyudi 241 – 248
- 28 Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Suseptibilitas Magnetik Dan Perubahan Fasa Barium Ferit ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) Pasir Besi Batang Sukam Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat
Arif Budiman,
Dwi Puryanti,
Muhammad Rizki,
Helfi Syukriani 249 – 254
- 29 Rancang Buat Lampu Hemat Energi Berbasis Led Dan Sel Surya Sebagai Alat Penerangan
Arifin,
Juritno,
Dahlang Tahir,
Syamsir Dewang 255 – 258
- 30 Dinamika Medan Skalar Dalam Kosmologi
Bansawang Bj,
Tasrief Surungan,
Azwar Sutiono 259 - 264
- 31 Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Listrik Pada Rumah Tambak
Bidayatul Armynah,
Syahir Mahmud 265 – 272
- 32 Kemampuan Mahasiswa Mendeskripsikan Dan Mengasosiasi Hubungan Antar Komponen Fisis Tanah Longsor
Djeli Tulandi 273 – 280
- 33 Pengaruh Penambahan Polyethylene Glycol (PEG) Terhadap Sifat Magnetik Dan Sifat Listrik Maghemit ($\Gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) Yang Disintesis Dari Magnetit Batuan Besi
Dwi Puryanti,
Muhammad Ikhsan,
Arif Budiman 281 – 286

34	Penerapan Sistem Sensor Serat Optik Untuk Pengukuran Frekuensi Getaran Mesin Sepeda Motor	<u>Harmadi,</u> <u>Nadia Yudia Putri,</u> <u>Wildian</u>	287 – 292
35	Desain Dan Fabrikasi Sistem Akuisisi Data Untuk Mengukur Kadar Karbon Dioksida, Kelembaban Dan Temperatur Di Lahan Gambut	<u>Iwan sugriwan,</u> <u>Fajar sukarno,</u> <u>Arfan eko fahrudin</u>	293 – 302
36	Aplikasi Metode Geolistrik, Geomagnet Dan Citra Satelit Untuk Mengetahui Potensi Air Tanah Di Pulau Pura, Alor	<u>Jehunias L. Tanesib,</u> <u>Johnson Tarigan,</u> <u>Fidelis Sun Dawi,</u> <u>Felix K. A. Durto</u>	303 – 318
37	Penyelidikan Geokimia Panas Bumi Lau Sidebuk-Debuk Kabupaten Karo Sumatera Utara	<u>Juliper Nainggolan,</u> <u>Cristin Sitepu</u>	319 – 324
38	Deposisi Lapisan Tipis Opal Menggunakan Capillary Deposition Method	<u>Muldarisnur,</u> <u>Frank Marlow</u>	325 – 330
39	Analisis Kapasitas Bencana Gempabumi Di Kota Palu	<u>Rusydi H. Rustan</u> <u>Effendi,</u> <u>Muhammad Basir Cyio,</u> <u>Rahmawati</u>	331 – 340
40	Pengaruh Aspek Meteorologi Terhadap Produksi Garam Air Payau Di Desa Losarang, Kabupaten Indramayu	<u>Sandy H.S. Herho,</u> <u>Gisma A. Firdaus,</u> <u>Plato M. Siregar</u>	341 – 352
41	Rancang Bangun Sistem Telemetry Pendeteksian Dini Tsunami Berdasarkan Laju Surut Air Laut	<u>Wildian,</u> <u>Nini Firmawati,</u> <u>Tania Mayang Sari</u>	353 – 362
42	Ekstrak Kulit Buah Kakao Sebagai Aditif Pada Sintesis Lapisan Kuprum (Cu)	<u>Dahyunir Dahlan,</u> <u>Nurry Putri Tissos,</u> <u>Yuli Yetri</u>	363 – 368

- 43 Comparison Of Two Models Peak Ground Acceleration (PGA) On Maluku North Area
Tati Zera,
M. Nafian,
Ilman Luthfi H,
Lusty Nur A 369 – 376
- 44 Struktur Mikro Endapan Sinter Sekitar Mata Air Panas di Solok dan Solok Selatan, Sumatera Barat(PGA) On Maluku North Area
Ardian Putra,
Darma Yulia Inanda,
Afdal Fajri Salim,
Fani Buspa 377 – 382
- 45 Pengaruh Komposisi Campuran Terhadap Sifat Mekanik Bata Ringan Berbahan Pasir Limbah Tambang Intan dan Abu Terbang Batubara
Ninis Hadi Haryanti dan
Henry Wardhana 383 – 390
- BIDANG KIMIA:**
- 46 Asam Protokatekuat Dari Ekstrak Etil Asetat Biji Honje (*Etligeria elatior*) Dan Aktivitas Antioksidannya
Dede Sukandar,
Siti Nurbayti,
Tarso Rudiana,
Ibnu Umarudin Umedi 391 – 396
- 47 Bioethanol Production From Hydrolyzed Corncob By Cellulase Enzyme Of *Bacillus cereus*
Elida Mardiah,
Rico Saputra,
Armaini 397 – 402
- 48 Optimasi Ekstraksi Antioksidan Dalam Tumbuhan Meniran (*Phyllanthus niruri*) Menggunakan Ultrasonik Dan Penentuan Kadar Dengan Metode DPPH
Indrawati,
Refilda,
Muhammad Arif 403 – 410
- 49 Analisa Kandungan Klorofil A Pada Beberapa Posisi Anak Daun Pada Daun Tanaman Aren
Julius Pontoh,
Lydia Priskila Kamagi 411 – 416

- 50 Uji Toksisitas Dan Aktifitas Antioksidan Pada Berbagai Ekstrak Rumput Laut *Eucheuma spinosum* Dari Perairan Sulawesi Utara
Lena Damongilala,
Fitje Losung,
Defni Wewengkang 417 – 426
- 51 Spons (Porifera) Sebagai Bioakumulator Logam Berat Timbal (Pb)
Lydia Melawaty,
Akbar Tahir 427 – 432
- 52 Senyawa Metabolit Sekunder Dan Aktivitas Antioksidan Fraksi Etil Asetat Umbi Suweg (*Amorphophallus Paeoniifolius*)
Nanik S. Aminah,
Elma Fitriana,
Alfinda N. Kristanti 433 – 440
- 53 Performance Elektroda Kapasitor Elektrokimia Berbahan Dasar Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit Dengan Asam Pospat (H_3PO_4) Sebagai Elektrolit
Olly Norita Tetra,
Hermansyah Aziz,
Admin Alif,
Ridy Elpika 441 – 448
- 54 Kajian Pengaruh Rasio Atom Ce/Ni Prekursor Terhadap Karakter Katalis Ni-Ce/ZAAEF
Theo Da Cunha,
Kasimir Sarifudin,
Yantus A.B. Neolaka 449 – 460
- 55 Optimalisasi Alkali Dalam Proses Swelling Selulosa Dari Limbah Tongkol Jagung
Wiwin Rewini Kunusa,
Hendrik Iyabu,
Lukman Laliyo,
Deasy Natalia Botutihe 461 – 468
- 56 Uji Senyawa Antimikroba Dari Asam Lemak Dan Fatty Acid Methyl Ester (FAME) Mikroalga *Nannochloropsis oculata*
Zulkarnain Chaidir,
Sari Rahmi,
Marniati Salim 469 – 478

BIDANG BIOLOGI:

- 57 Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berupa Magic Disc Mata Kuliah Taksonomi Hewan Pada Materi Vertebrata Untuk Mahasiswa Biologi
Afreni Hamidah,
Andreo Satria,
Upik Yelianti 479 – 486

- 58 Penggunaan Pestisida Nabati Terhadap Hama Penting Tanaman Cabai Di Kabupaten Minahasa Utara
Christina Salaki,
Jantje Pelealu 487 – 492
- 59 Elemen Biomineral Biang Mutiara Kerang *Sinanodonta Woodiana* (Lea, 1834) Yang Dikultur Dalam Kolam Berbeda
Cyska Lumenta,
Ockstan Kalesaran 493 – 498
- 60 Otolit Ikan Layang, *Decapterus Muroadsi* Dari Teluk Kema, Sulawesi Utara
Fransine B. Manginsela,
Gybert E. Mamuaya,
Cornelis F.T. Mandey 499 – 504
- 61 Struktur Mikro Batu Telinga Ikan Cakalang *Katsuwonus pelamis*
Gybert E. Mamuaya,
Cornelis F.T. Mandey,
Fransine B. Manginsela 505 – 510
- 62 Analisis Karakteristik Tanah Dengan Perlakuan Pupuk Organik Dari Perairan Danau Tondano
Karamoy Lientje TH,
Wiesje Kumolontang 511 – 516
- 63 Sumber-Sumber Belajar Sains Masyarakat Pesisir Dan Terisolir Di Desa Luluo Biluhu Gorontalo
Masri Kudrat Umar,
Yuniarti Koniyo,
Sukarman Kamuli,
Nelson Pomalingo 517 – 524
- 64 Struktur Anatomi Daun Dan Batang Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomea aquatica*) Yang Terpapar Logam Berat Merkuri (Hg)
Novri Youla Kandowangko
Jusna Ahmad
Soyan Estela Makalalag 525 – 536
- 65 Karakteristik Vegetasi Riparian Daerah Aliran Sungai Ranoyapo, Provinsi Sulawesi Utara
Ratna Siahaan,
Parluhutan Siahaan 537 – 540
- 66 Aktivitas Harian Tikus Ekor Putih (*Maxomys Hellwaldii* Jentink, 1878) Di Kandang
Saroyo,
Trina E. Tallei,
Fernandes T. Upa 541 – 546

- 67 Profil Keragaman Dan Kelimpahan Echinodermata Di Zona Intertidal Pantai Banyo Sabu Raijua Nusa Tenggara Timur
Frederikus D. H. Manlea,
Vinsensius M. ATI,
Fransiskus Kia Duan,
Ike Septa F. Muktiawati 547 – 554
- 68 Potensi Polisakarida Krestin Dalam Menurunkan Kadar Glukosa Darah Dan Nitrit Pada Mencit Akibat Induksi 2-Methoxyethanol
Win Darmanto,
Sri Puji Astuti Wahyuningsih,
Elma Sakinatus Sajidah,
Maliya Izzatin,
Firas Khaleyla 555 – 562
- 69 Kandungan Tanin Sebagai Resistensi Antibiosis Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*) Yang Diinduksi Elisitor Ekstrak *Sida rhombifolia L.* Dan *Plantago mayor L*
Henny L. Rampe,
Stella D. Umboh,
Marhaenus J. Rumondor 563 – 570
- 70 Toksisitas Jamur Tanah Famili Trichocomaceae Terhadap Fungisida Antracol Di Pertanaman Sayuran Kubis
Stella D. Umboh,
Henny L. Rampe 571 – 578

BIDANG FARMASI:

- 71 Pengaruh Ekstrak Etanol Daun Sukun (*Artocarpus Altilis (Parkinson Ex F.A.Zorn)Fosberg*) Terhadap Kadar Ureum Dan Kreatinin Dan Gambaran Histopatologi Ginjal Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*)
Joni Tandi 579 – 588
- 72 Skrining Fitokimia Ekstrak N-Heksan Batang Kayu Kuning (*Arcangelesia flava (L.) Merr*)
Madania,
Hamsidar Hasan 589 – 596
- 73 Pengaruh Pva (Polivinil Alkohol) Dalam Pembentukan Film Primer Dari Ekstrak Gel Rumput Laut
Nur Ain Thomas,
Sudirman Ota 597 – 600
- 74 Terapi Antibiotik Pada Demam Tifoid Anak Di RSUD DR M.M. Dunda Tahun 2016
Teti Sutriyati Tuloli 601 – 606

- 75 Hepatoprotektor Teripang Laut (*Holothuria Scabra*) Secara In Vivo Dengan
Parameter SGPT

Widy Susanti Abdulkadir 607 – 612

PEMODELAN PENGELUARAN PER KAPITA DI PROVINSI BENGKULU MENGGUNAKAN *SMALL AREA ESTIMATION* DENGAN PENDEKATAN REGRESI *PENALIZED SPLINE*

IDHIA SRILIANA¹, ETIS SUNANDI², ULFASARI RAFFLESIA³

¹Jurusan Matematika FMIPA Universitas Bengkulu, idhiasriliana@unib.ac.id

²Jurusan Matematika Universitas Bengkulu, esunandi@unib.ac.id

³Jurusan Matematika Universitas Bengkulu, ulfasari@unib.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemodelan pengeluaran per kapita di Provinsi Bengkulu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *small area estimation* (SAE) dengan pendekatan regresi *penalized spline* (*P-Spline*). SAE merupakan salah satu metode statistika untuk menduga subpopulasi (area kecil). Pendugaan parameter model dasar SAE umumnya membangun suatu model linier campuran yang mengasumsikan bahwa variabel respon dan variabel prediktor mempunyai hubungan linier. Ketika asumsi tersebut tidak terpenuhi, maka dilakukan pendekatan nonparametrik sebagai alternatif pilihan. Salah satunya adalah pendekatan nonparametrik *P-Spline*. Pada penelitian ini, dilakukan pendugaan parameter model SAE menggunakan *P-Spline* sehingga diperoleh suatu persamaan regresi efek campuran sebagai model pengeluaran per kapita. Berdasarkan hasil pendugaan diperoleh model pengeluaran per kapita di Provinsi Bengkulu yaitu model *P-Spline* linier dengan 1 knot. Model ini mempunyai nilai GCV sebesar 148353534092.87, nilai AIC sebesar 13882.38, dan BIC sebesar 13903.3.

Kata Kunci: Pengeluaran Per kapita, *P-Spline*, *Small Area Estimation*, GCV, Bengkulu

1. PENDAHULUAN

Kemiskinan di Indonesia bukanlah hal yang baru, bahkan sudah dikenal dan diselidiki oleh Pemerintah kolonial Belanda sejak awal abad 20. Kemiskinan merupakan masalah sosial yang hingga sekarang belum bisa teratasi baik oleh pemerintah pusat maupun oleh pemerintah daerah. Provinsi Bengkulu merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan angka kemiskinan yang tinggi. Angka kemiskinan Provinsi Bengkulu hampir dua kali lipat angka kemiskinan nasional. Data Sosial Ekonomi BPS (Maret 2017) menunjukkan bahwa Bengkulu menduduki peringkat pertama provinsi termiskin di Sumatera yaitu sebesar 16,45 %. Sedangkan di Indonesia, Bengkulu menempati urutan ke enam provinsi termiskin se-Indonesia. Jumlah penduduk miskin di Provinsi Bengkulu pada Maret 2017 mencapai 316.980 orang, berkurang sebesar 11.630 orang dibandingkan dengan penduduk miskin pada Maret 2016 yang sebesar 328.610 orang (17,23 %) [1].

Secara umum kemiskinan didefinisikan sebagai kondisi dimana seseorang atau sekelompok orang tidak mampu memenuhi hak-hak dasarnya untuk mempertahankan dan mengembangkan kehidupan yang bermartabat. Kemiskinan merupakan masalah multi dimensional, sehingga tidak mudah untuk mengukur kemiskinan dan perlu kesepakatan

pendekatan pengukuran yang dipakai. Untuk mengukur kemiskinan, BPS menggunakan konsep kemampuan memenuhi kebutuhan dasar (*basic needs approach*). Dengan pendekatan ini, kemiskinan dipandang sebagai ketidakmampuan dari sisi ekonomi untuk memenuhi kebutuhan dasar makanan dan bukan makanan yang diukur dari sisi pengeluaran. Jadi penduduk miskin adalah penduduk yang memiliki rata-rata pengeluaran per kapita perbulan dibawah garis kemiskinan [2].

Salah satu kriteria yang bisa digunakan untuk mengukur kemiskinan suatu desa melalui pendugaan rata-rata pengeluaran per kapita adalah jumlah Surat Keterangan Tidak Mampu (SKTM) yang dikeluarkan oleh Desa Tersebut. SKTM atau Surat Keterangan Tidak Mampu adalah surat keterangan yang diberikan oleh kepala desa/lurah kepada masyarakat miskin untuk mendapatkan kemudahan dalam kehidupannya baik di bidang sosial, kesehatan, perekonomian dan pendidikan [3]. SKTM juga digunakan sebagai salah satu syarat untuk menjadi peserta BPJS PBI. Sehingga dapat dikatakan bahwa jumlah SKTM yang dikeluarkan pemerintah melalui Kelurahan/Desa menunjukkan banyaknya jumlah keluarga miskin yang ada di Kelurahan/Desa tersebut.

Metode yang bisa digunakan menduga rata-rata pengeluaran per kapita sebagai indikator pengukuran kemiskinan adalah *Small Area Estimation (SAE)*. SAE merupakan suatu metode statistika untuk menduga parameter pada suatu subpopulasi dimana jumlah contohnya berukuran kecil atau bahkan tidak ada. Teknik pendugaan ini memanfaatkan data dari domain besar untuk menduga parameter pada domain yang lebih kecil yang dapat berupa desa/kelurahan, kecamatan, kabupaten, kelompok suku, maupun kelompok umur. Metode SAE mempunyai konsep dalam pendugaan parameter secara tidak langsung di suatu area yang relatif kecil dalam percontohan survei (*survey sampling*) dimana pendugaan langsung tidak mampu memberikan ketelitian yang cukup bila ukuran sampel dalam *small area* berukuran kecil/sedikit, sehingga statistik yang dihasilkan akan memiliki variansi yang besar atau bahkan pendugaan tidak dapat dilakukan karena tidak terwakili dalam survei [4].

Pada umumnya, SAE menggunakan pemodelan parametrik untuk menghubungkan statistik area kecil dengan variabel-variabel pendukungnya. Pendugaan parameter model dasar SAE umumnya menggunakan metode EBLUP (*Empirical Best Linear Unbiased Prediction*) yang membangun suatu model linier campuran. Pemodelan ini kurang fleksibel dalam menyesuaikan dengan pola data hasil survei yang mungkin saja tidak mirip sama sekali dengan distribusi formal yang ada. Sehingga pendekatan nonparametrik menjadi alternatif pilihan. Salah satu pendekatan nonparametrik yang digunakan adalah Regresi *Penalized Spline (P-Spline)*.

Berbagai penelitian yang telah dilakukan menggunakan *small area estimation* dengan pendekatan nonparametrik antara lain: [5] SAE dengan pendekatan Semiparametrik *Penalized Spline* untuk memodelkan pengeluaran per kapita di Kabupaten Sleman, [6] SAE dengan pendekatan *P-Spline* untuk menduga pengeluaran per kapita di Kabupaten Sumenep, [7] SAE Kernel-Bootstrap untuk menduga tingkat kemiskinan di Indonesia, [8] SAE Kernel-Bootstrap untuk menduga pengeluaran per kapita di Kabupaten Sumenep, [9] menggunakan model nonparametrik *based direct estimator*, dan [10] Pengembangan SAE dengan pendekatan *penalized spline regression*.

Pada penelitian ini, dilakukan analisis SAE dengan pendekatan nonparametrik *P-Spline*. Pendugaan parameter model dengan menggunakan pendekatan *P-Spline* ini kemudian digunakan untuk memodelkan pengeluaran per kapita level desa di Provinsi Bengkulu berdasarkan jumlah SKTM yang dikeluarkan masing-masing desa. Evaluasi hasil pendugaan dilakukan melihat nilai GCV pada model.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Small Area Estimation

Small Area Estimation (SAE) merupakan suatu teknik statistika untuk menduga parameter-parameter subpopulasi yang ukuran sampelnya kecil atau bahkan area tidak tersampling. Di Indonesia, subpopulasi tersebut dapat berupa provinsi, kabupaten/ kota, kecamatan atau kelurahan/desa. SAE merupakan pendugaan tidak langsung yang mengkombinasikan antara data survei dengan data pendukung lain misalnya dari data Sensus sebelumnya yang memuat variabel dengan karakteristik yang sama dengan data survei sehingga dapat digunakan untuk menduga area yang lebih kecil dan memberikan tingkat akurasi lebih baik [4].

Dalam SAE terdapat dua jenis model dasar yang digunakan, yaitu model berbasis area dan model berbasis unit [11]. Pada model SAE berbasis area, data pendukung yang tersedia hanya sampai level area. Model level area menghubungkan penduga langsung area kecil dengan data pendukung dari domain lain untuk setiap area.

Parameter area kecil yang ingin diamati adalah θ_i . Model linier yang menjelaskan hubungan tersebut adalah :

$$\theta_i = x_i^T \beta + z_i v_i \quad (1)$$

dengan $\beta = (\beta_l, \dots, \beta_p)^T$ adalah koefisien regresi berukuran $p \times l$, z_i = konstanta positif yang diketahui, v_i = pengaruh acak area kecil, diasumsikan $v_i \sim iid N(0, \sigma^2)$ dimana $i = 1, 2, \dots, m$, dan x_i^T adalah data pendukung area ke- i .

Dalam membuat kesimpulan tentang populasi diasumsikan bahwa nilai estimasi langsung $\hat{\theta}_i$ diketahui maka dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\hat{\theta}_i = \theta_i + e_i \quad (2)$$

dimana e_i adalah sampling error, diasumsikan $e_i \sim iid N(0, \psi_i)$ dan $i = 1, 2, \dots, m$.

Model SAE untuk level area terdiri dari dua tingkat komponen model yaitu komponen model estimasi tidak langsung sesuai dengan persamaan (1) dan komponen model estimasi langsung sesuai persamaan (2). Model pada persamaan (1) dan (2) jika digabungkan membentuk persamaan sebagai berikut :

$$\hat{\theta}_i = x_i^T \beta + z_i v_i + e_i \quad (3)$$

dimana $i = 1, 2, \dots, m$.

2.1 Regresi Penalized Spline

Regresi *Penalized Spline* atau *P-Spline* adalah suatu metode *smoothing* yang sangat menarik karena mempunyai sifat sederhana, [12]. Diberikan model:

$$y_i = m(x_i) + \varepsilon_i \quad (4)$$

dimana ε_i adalah peubah acak yang saling bebas dengan rata-rata npl dan varian σ_ε^2 ,

Fungsi $m(x_i)$ adalah fungsi yang tidak diketahui dan diasumsikan dapat didekati dengan *P-Spline*:

$$m(x_i) = \beta_0 + \beta_1 x + \dots + \beta_p x^p + \sum_{j=1}^K \gamma_j (x_i - k_j)_+^p \quad (5)$$

dimana p adalah derajat spline (*fixed*), $(x_i - k_j)_+ = \max\{0, (x_i - k_j)\}$, $k_j, j=1, \dots, K$ adalah himpunan titik knot. $\beta = (\beta_0, \dots, \beta_p)^T$ merupakan vektor koefisien parametrik dari parameter yang tidak diketahui, $\gamma = (\gamma_1, \dots, \gamma_K)^T$ adalah vektor koefisien *spline*.

Misal diberikan $X = [1 \ x_i \ \dots \ x_i^p]_{1 \leq i \leq n}$, $Z = [(x_i - k_1)_+^p \ \dots \ (x_i - k_K)_+^p]_{1 \leq i \leq n}$,

$$\text{dengan } (x_i - k_j)_+^p = \begin{cases} (x_i - k_j)_+^p & \text{untuk } x_i \geq k_j \\ 0 & \text{untuk } x_i < k_j \end{cases}$$

sehingga model pada persamaan (4) dapat ditulis dalam bentuk:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x + \dots + \beta_p x^p + \sum_{j=1}^K \gamma_j (x_i - k_j)_+^p + e_i \quad (6)$$

Atau dapat ditulis dalam bentuk:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \mathbf{Z}\gamma + \mathbf{e} \quad \text{dimana } \mathbf{Y} = (y_1 \dots y_n)^T$$

Persamaan (6) disebut sebagai model regresi *spline smoothing*. Fungsi spline pada model menunjukkan bahwa *spline* merupakan model polinomial terputus, tapi masih bersifat kontinu pada knot-knotnya [12].

2.2 Small Area Estimation dengan Pendekatan Regresi Penalized Spline

Misalkan terdapat T area kecil, U_1, U_2, \dots, U_T adalah parameter yang akan diestimasi.

Definisikan $d_{it} = I_{\{i \in U_t\}}$ dan untuk setiap pengamatan $\mathbf{d}_i = (d_{i1}, d_{i2}, \dots, d_{iT})$.

$$\mathbf{Y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)^T,$$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_1 & \dots & x_1^p \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_n & \dots & x_n^p \end{bmatrix}, \quad \mathbf{Z} = \begin{bmatrix} (x_1 - k_1)_+^p & \dots & (x_1 - k_K)_+^p \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (x_n - k_1)_+^p & \dots & (x_n - k_K)_+^p \end{bmatrix},$$

$$\text{dimana } (x_i - k_j)_+^p = \begin{cases} (x_i - k_j)_+^p & \text{untuk } x_i \geq k_j \\ 0 & \text{untuk } x_i < k_j \end{cases}$$

Opsomer (2008) menggunakan *P-Spline* untuk mengestimasi area kecil dengan menambahkan pengaruh acak area kecil pada persamaan (7), sehingga diperoleh [10]:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \mathbf{Z}\gamma + \mathbf{Du} + \mathbf{e} \quad (7)$$

dimana $\mathbf{X}\beta + \mathbf{Z}\gamma$ adalah fungsi nonparametrik *spline*, \mathbf{Du} adalah pengaruh acak area

kecil, $\mathbf{D} = (d_1, \dots, d_n)^T$ adalah matriks covarian, dan \mathbf{u} adalah vektor pengaruh area kecil, setiap komponen acak diasumsikan independen satu sama lain, dan

$$\begin{aligned}\gamma &\sim (\mathbf{0}, \Sigma_\gamma), \Sigma_\gamma \equiv \sigma_\gamma^2 I_K \\ u &\sim (\mathbf{0}, \Sigma_u), \Sigma_u \equiv \sigma_u^2 I_T \\ \varepsilon &\sim (\mathbf{0}, \Sigma_\varepsilon), \Sigma_\varepsilon \equiv \sigma_\varepsilon^2 I_n\end{aligned}\quad (8)$$

Jika komponen ragam diketahui, pendugaan pengaruh tetap β dapat dilakukan dengan metode *Maximum Likelihood Estimation* (MLE) dengan menganggap γ dan u sebagai pengaruh acak. Persamaan (7) dapat ditulis sebagai [6]:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\beta + \varepsilon^* \quad (9)$$

dimana $\varepsilon^* = \mathbf{Z}\gamma + \mathbf{D}u + e$

Penduga parameter β dapat diperoleh dengan memaksimumkan *fungsi likelihoodnya* sehingga diperoleh:

$$\hat{\beta} = (\mathbf{X}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{Y} \quad (10)$$

dimana $\mathbf{V} = \mathbf{Z}\Sigma_\gamma \mathbf{Z}^T + \mathbf{D}\Sigma_u \mathbf{D}^T + \Sigma_\varepsilon$ adalah matriks varian covarian dari \mathbf{Y} .

Penduga terbaik untuk variabel prediktor γ dan u diperoleh dengan meminimumkan MSE dari γ dan u . Sehingga diperoleh prediktor linier tak bias terbaik (BLUP) untuk γ dan u sebagai berikut:

$$\hat{\gamma} = \sum_\gamma \mathbf{Z}^T \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\beta}) \quad (11)$$

$$\hat{u} = \sum_u \mathbf{Z}^T \mathbf{V}^{-1} (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\hat{\beta}) \quad (12)$$

Untuk area kecil U_T yang diberikan, maka akan dilakukan pendugaan terhadap:

$$\bar{y}_t = \bar{x}_t \beta + \bar{z}_t \gamma + u_t \quad (13)$$

dimana \bar{x}_t adalah nilai rata-rata dari x_t , \bar{z}_t adalah basis fungsi spline, dan u_t adalah pengaruh acak area kecil dengan $u_t = \mathbf{d}_t \mathbf{u} = \mathbf{e}_t \mathbf{u}$, dan \mathbf{e}_t adalah vektor dengan nilai 1 saat ke- t , dan bernilai 0 untuk t lainnya. Sehingga penduga untuk \bar{y}_t yaitu:

$$\hat{y}_t = \bar{x}_t \hat{\beta} + \bar{z}_t \hat{\gamma} + \mathbf{e}_t \hat{u}_t \quad (14)$$

yang merupakan kombinasi linier penduga GLS pada (10) dan BLUP pada (11) dan (12), sehingga \hat{y}_t merupakan BLUP untuk \bar{y}_t .

3. HASIL

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika Provinsi Bengkulu (Data Susenas dan Podes 2014) yaitu rata-rata pengeluaran per kapita sebagai variabel respon dan jumlah surat keterangan tidak mampu (SKTM) sebagai variabel prediktor. Objek penelitian adalah desa yang menjadi sampel pada Susenas 2014 di Provinsi Bengkulu.

Berdasarkan survei SUSENAS 2014, terdapat 502 desa yang tersebar di 113 kecamatan menjadi sampel dalam pendugaan rata-rata pengeluaran per kapita level desa di Provinsi Bengkulu. Dari sebanyak 502 sampel terdapat 15 data sampel yang tidak valid, sehingga pada penelitian ini dilakukan pendugaan area kecil untuk 487 desa dengan menggunakan pendekatan regresi *penalized spline*. Eksplorasi data pengeluaran per kapita pada level desa di Provinsi Bengkulu dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada Tabel 1. dapat dilihat nilai rata-rata dari rata-rata pengeluaran per kapita di Provinsi Bengkulu tahun 2014 sebesar Rp. 773041.14. Sekitar 75% desa sampel yang ada di Provinsi Bengkulu memiliki rata-rata pengeluaran per kapita sebesar Rp 902426.06 dan 25% sebesar Rp 536709.08. Rata-rata pengeluaran per kapita terbesar berada di Kelurahan Kebun Dahri Kecamatan Ratu Samban Kota Bengkulu sebesar Rp. 3115622.06 dan terendah berasal dari Desa Sekunyit Kecamatan Kaur Selatan Kabupaten Kaur sebesar Rp 248376.69.

Salah satu kriteria yang dapat digunakan dalam mengukur pengeluaran per kapita untuk mengidentifikasi status kemiskinan adalah Surat Keterangan Tidak Mampu (SKTM) yang dimiliki suatu rumah tangga. Jumlah SKTM pada suatu Kelurahan/Desa mencerminkan jumlah rumah tangga miskin yang ada di Kelurahan/Desa tersebut dan diduga mempengaruhi rata-rata pengeluaran per kapita sebagai indikator kemiskinan. Sehingga, pada penelitian ini dilakukan pemodelan pengeluaran per kapita pada desa sampel di Provinsi Bengkulu dengan menggunakan variabel prediktor jumlah SKTM.

Berdasarkan *Scatterplot* pada Gambar 1 dapat diketahui bahwa plot hubungan antara pengeluaran per kapita dengan jumlah SKTM tidak membentuk pola hubungan linier, dimana persebaran datanya bergerombol sehingga asumsi model SAE tidak terpenuhi. Dengan demikian akan dilakukan pendugaan model SAE dengan pendekatan nonparametrik *P-Spline*. Model pendekatan nonparametrik yang digunakan adalah pendekatan *spline* linier, kuadrat, dan kubik dengan maksimum 5 titik knot.

Dari proses analisis data, nilai GCV optimum (minimum) diperoleh dari model *P-Spline* linier dengan 1 titik knot yaitu pada titik 756.21 dengan nilai GCV sebesar 148353534092.87. Nilai penduga β untuk model *P-Spline* terbaik (*Spline* linier dengan 1 knot) dapat dilihat pada Tabel 2. Sehingga diperoleh model pengeluaran per kapita di Provinsi Bengkulu sebagai berikut:

$$Y = 730119.7 + 667.7X + \gamma_1 (X - 756.21)_+^1 + u \quad (15)$$

dengan nilai penduga pengaruh acak $\hat{\gamma}_1$ bergantung pada masing-masing area.

Model pada persamaan (15) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil untuk setiap desa, kemudian lokasi titik knot dengan nilai 756.21 yang artinya jika nilai $x_i \leq 756.21$, setiap kenaikan satu satuan akan berpengaruh sebesar $(730119.7 + 667.7X + \gamma_1)$ satuan

terhadap respon (y).

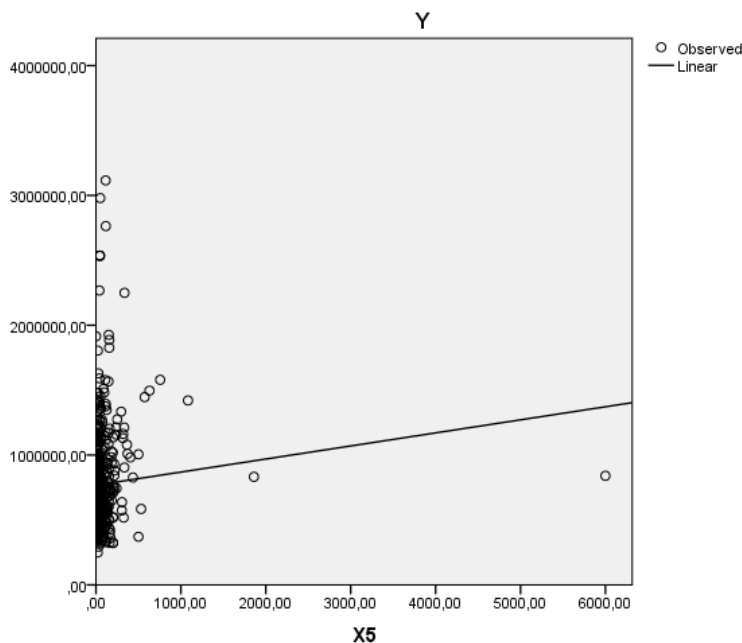
4. GAMBAR DAN TABEL

Tabel 1. Rata-rata Pengeluaran Per kapita di Provinsi Bengkulu Tahun 2014

Statistik	Pengeluaran Per kapita (Rp)
Rata-rata	773041.14
Kuartil ke-1	536709.08
Kuartil ke-3	902426.89
Minimum	3115622.06
Maksimum	248376.69

Tabel 2. Penduga Pengaruh Tetap

Parameter	Penduga
β_0	730119.7
β_1	667.7



Gambar 1. Scatter Plot Rata-Rata Pengeluaran Per kapita dengan Jumlah SKTM

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *small area estimation* dengan pendekatan regresi *penalized spline* dapat digunakan untuk memodelkan pengeluaran per kapita pada level desa di Provinsi Bengkulu. Hasil analisis data menunjukkan model *P-Spline* terbaik untuk pendugaan area kecil adalah model *P-Spline* linier dengan 1 knot. Model ini mempunyai nilai GCV sebesar 148353534092.87.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada **Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti** yang telah mendanai penelitian ini dan **LPPM Universitas Bengkulu** selaku institusi penyelenggara penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistika Provinsi Bengkulu, *Berita Resmi Statisti -Tingkat Kemiskinan di Provinsi Bengkulu Maret 2017*. No. 42/07/17/XI, 17 Juli 2017, 2017.
- [2] Badan Pusat Statistika, *Data Strategis BPS*, Katalog BPS 1103003, No. 03220.1202. ISSN, 2087-2011, 2012.
- [3] Badan Pusat Statistik, *Pedoman Pencacah Podes 2014*, microdata.bps.go.id/mikrodata/index.php/catalog/647/download/2205., Diakses pada 04 Agustus 2017, 2017.
- [4] Prasad, N.G.N. and Rao, J.N.K., The Estimation of The Mean Squared Error of The Small Area Estimators, *Journal of American Statistical Association*, **1990**, 163-171, 85.
- [5] Apriani, F., Pemodelan Pengeluaran Per Kapita Menggunakan Small Area Estimation dengan Pendekatan Semiparametrik Penlized Spline. [Tesis], Program Pascasarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2017.
- [6] Baskara, Z.W., Pendugaan Area Kecil Menggunakan Pendekatan Penalized Spline [tesis]. Program Pascasarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2014.
- [7] Darsyah M.Y. dan Iriyanto S., Analysis of Poverty in Indonesia with Small Area Estimation: Case ini Demak District, *South East Asia Journal of Contemporary Business, Economics and Law*, **2014**, Vol. 5, Issue 3, 18–23.
- [8] Darsyah M.Y., Small Area Estimation terhadap Pengeluaran Per Kapita di Kabupaten Sumenep dengan pendekatan Kernel-Bootstrap, *Jurnal Statistik UNIMUS*, **2013**, Vol.1 No.2, November, 28–36.
- [9] Salvati N., Chandra H., Ranalli M.G., Chambers R., Small Area Estimation Using a Nonparametric Model Based Direct Estimator, *Centre for Statistical & Survey Methodology*, University of Wollongong, Wollongong NSW, **2008**.
- [10] Opsomer D.J., Claeskens G., Ranalli M.G., Kauermann G., Breidt F.J., Non-parametric Small Area Estimation Using Penalized Spline Regression. *Royal Statistical Society Journal*, **2008**, Vol.70, Part 1, 265–286.
- [11] Rao J.N.K., *Small area estimation*, Wiley, London. 2003.
- [12] Eubank, R. L., *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*, New York, Marcel Decker, 1988.