|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **UNIVERSITAS HASANUDDIN****FAKULTAS TEKNIK****TEKNIK GEOLOGI** | **Kode Dokumen****SW-D611-30** |
| **RENCANA PEMBELAJARAN SEMESTER** |
| **MATA KULIAH (MK)** | **KODE** | **Rumpun MK** | **BOBOT (SKS)** | **SEMESTER** | **Tgl Penyusunan** |
| Geostatistik | 21D06130502 | Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam | **T=1** | **P=1** | **5** | Juni 2023 |
| **OTORISASI****TM**=Tatap Muka, **PT**=Penugasan Terstruktur, **BM**=Belajar mandiri.**S**=Sikap, **P**= Pengetahuan, **KU**= Keterampilan Umum, **KK**= Keterampilan Khusus | **Pengembang RPS** | **Koordinator RMK** | **Ketua PRODI** |
| Rohaya LangkokeBaso Rezki Maulana | Adi Tonggiroh | Hendra Pachri |
| **Capaian Pembelajaran (CP)** | **CPL-PRODI yang dibebankan pada MK** | **Indikator Kinerja (IK)** |
| CP-1CP-6 | Mampu menerapkan pengetahuan matematika, sains dasar, dan teknologi informasi untuk mendapatkan pemahaman komprehensif tentang teknik geologi yang berasaskan pemikiran logis, kritis, dan sistematisMampu menganalisis,mengintegrasikan data geologi ke dalam disiplin ilmu terkait, menggunakan berbagai piranti teknik modern | P1P2P3KK1KK3 | Mampu mengindentifikasi permasalahan lewat pemikiran yang kritisMampu mengintegrasikan matematika dan sains dasar kedalam ilmu-ilmu geologi.Mampu mendesain konsep dasar geologi dengan menerapkan pengetahuan matematika dan sains dasarMampu mengklasifikasi kondisi geologi suatu daerahMampu membuat model dan mengklasifikasi data geologi menggunakan perangkat lunak |
| **Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK)** |  |
| CPMK-1CPMK-2CPMK-3CPMK-4CPMK-5 | Mampu memahami desain perkuliahan, menjelaskan ruang lingkup dan konsep dasar dan deskripsi geostatistik untuk analisis data geologi Mampu memahami dan membuat *database* sederhana dalam bentuk deskripsi data bivariat dan dalam bentuk variogram Mampu mengapllikasikan geostatistik pada program *spread-sheet*Mampu menganalisis data geostatistik dan menginterpretasi data *sampling* dalam bentuk data statistik sederhana, metode *IDW* dan *krigging*Mampu menganalisis cadangan *irregular* dan regular pada endapan bijih  |
| CPL ⇒ Sub-CPMK |  |
| Sub-CPMK-1Sub-CPMK-2Sub-CPMK-3Sub-CPMK-4Sub-CPMK-5 | Definisi dan ruang lingkup geostatistikVariabel acak dan properti spasialEstimasi spasial dan prediksiKonsep dasar variogram dan interpretasi grafik variogramModel variogram dan estimasi parameter variogramInterpolasi variogram untuk pemodelan data spasialTeknik *sampling*Data error, Standar deviasi, Penyusunan *database*Kontinuitas spasialMulti regresi dan analisis *cluster*Perbandingan dua faktor distribusi, *scatterplot*, korelasi, dan regresi linear sebagai nilai kondisionalPemilihan metode interpolasi yang tepat (misalnya: metode *kriging*, *inverse distance* *weighting*) berdasarkan karakteristik dataMetode *kriging* dan IDW untuk estimasi dan prediksi dataMetode simulasi stokastik (misalnya: simulasi Monte Carlo, simulasi Gaussian)Validasi dan verifikasi model geostatistikAplikasi geostatistik dalam eksplorasi sumber daya alam (misalnya: penaksiran cadangan mineral, penilaian reservoir minyak dan gas)Aplikasi geostatistik dalam pemetaan geologi dan pemodelan lingkunganAplikasi geostatistik dalam mitigasi kebencanaan (misalnya: penaksiran densitas *lineament*) |
| **Deskripsi Singkat Mata Kuliah** | Kuliah ini menyajikan dasar-dasar analisis data geologi secara statistik baik dalam bentuk numerik dan spasial. Setelah menyelesaikan kuliah ini mahasiswa diharapkan mampu mengidentifikasi, menganalisis, dan memproyeksikan data *sampling* geologi melalui pendekatan geostatistik untuk menyelesaikan persoalan keteknikan khususnya di bidang geologi yang mencakup energi & sumber daya mineral, geologi laut & tektonik, maupun untuk keperluan rekayasa dan permasalahan lingkungan. Pembahasan materi diawali dengan pengantar metode numerik, statistik, dan geostatistik. Kemudian dilanjutkan dengan tahapan pembuatan *database* geologi untuk digunakan dalam analisis geostatistik yang disajikan secara grafik numerik dan spasial menggunakan dukungan beberapa perangkat lunak *open source* seperti *Microsoft Excel*, *Geochemical Data Toolkit* (GCDKit), *Stanford Geostatistical Modeling Software* (SGeMS), Gstat, dan QGIS.  |
| **Bahan Kajian / Materi Pembelajaran** | 1. Konsep Dasar Geostatistik
* Definisi dan ruang lingkup geostatistik
* Variabel acak dan properti spasial
* Estimasi spasial dan prediksi
1. Analisis Geostatistik:
* Multi regresi dan analisis *cluster*
* Perbandingan dua faktor distribusi, *scatterplot*, korelasi, dan regresi linear sebagai nilai kondisional
1. Analisis Variogram:
* Konsep dasar variogram dan interpretasi grafik variogram
* Model variogram dan estimasi parameter variogram
* Interpolasi variogram untuk pemodelan data spasial
1. *Sampling* dan *Database*:
* Teknik *sampling*
* Data error, Standar deviasi, Penyusunan *database*
* Kontinuitas spasial
1. Interpolasi Spasial:
* Pemilihan metode interpolasi yang tepat (misalnya: metode *kriging*, *inverse distance* *weighting*) berdasarkan karakteristik data
1. Pemodelan Data Geostatistik:
* Metode *kriging* dan IDW untuk estimasi dan prediksi data
* Metode simulasi stokastik (misalnya: simulasi Monte Carlo, simulasi Gaussian)
* Validasi dan verifikasi model geostatistik
1. Aplikasi Geostatistik
* Aplikasi geostatistik dalam eksplorasi sumber daya alam (misalnya: penaksiran cadangan mineral, penilaian reservoir minyak dan gas)
* Aplikasi geostatistik dalam pemetaan geologi dan pemodelan lingkungan
* Aplikasi geostatistik dalam mitigasi kebencanaan (misalnya: penaksiran densitas *lineament*)
 |
| **Pustaka** | **Utama :** |  |
| 1. David, M. (1980) *Geostatistical Ore Reserve Estimation*, Elsevier, Amsterdam.
2. Davis, J.C. (2002). *Statistics and Data Analysis in Geology*. John Wiley & Sons: New York.
3. Isaaks, E.H., and Srivastava R.M. (1989). *Applied Geostatistics*, Oxford University Press.
4. Martiningtyas, N. (2011). *Statistika*. Prestasi Pustaka: Jakarta.
5. Reyment R.A., and Savazzi E. (1999). *Aspects of Multivariate Statistical Analysis in Geology*, Elsevier Science, Amsterdam.
6. Snowden, V. and Snowden P. (1995). *Applied Mining Geostatistics: A Short Course in Resources Estimation and Grade Control.*
7. Sofyan, S. (2010). *Statistika Deskriptif Untuk Penelitian*. Rajawali Press: Jakarta*.*
8. Sudarwono (2012). *Statistika Probabilitas*. Penerbit Andi: Yogyakarta.
 |
| **Pendukung :** |  |
| 1. Verma, S.P., Torres-Alvarado, I.S., and Velasco-Tapia, F. 2003. A Revised CIPW Norm. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*. 83: 197–216. <http://doi.org/10.5169/seals-63145>
2. Verma, S.P. 2012. Geochemometrics. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 29: 276–298. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-9278-8>
3. Rikalovic, A., Cosic, I., Lazarevic, D. (2014). GIS Based Multi-Criteria Analysis for Industrial Site Selection. *Selection and peer-review under responsibility of DAAAM International Vienna*. 1877-7058. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.090>
4. <https://cran.r-project.org/web/packages/gstat/index.html>
5. <https://www.gcdkit.org/>
6. <https://sgems.sourceforge.net/>
7. <https://qgis.org/en/site/>
 |
| **Dosen Pengampu** | 1. Prof. Dr. Adi Tonggiroh, ST., MT. (D61-AT)
2. Dr.Ir. Hj. Rohaya Langkoke, MT. (D61-RL)
3. Baso Rezki Maulana, ST., MT.
 |
| **Matakuliah Syarat** | Matematika Dasar, Matematika Teknik, Matematika Geologi |

| **Pekan Ke-** | **Sub-CPMK****(Kemampuan akhir tiap tahapan belajar)** | **Penilaian** | **Bentuk Pembelajaran,****Metode Pembelajaran,****Penugasan Mahasiswa,****[Estimasi Waktu]** | **Materi Pembelajaran****[Pustaka]** | **Bobot Penilaian (%)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Indikator** | **Bentuk & Kriteria** | **Luring (*offline*)** | **Daring (*online*)** |  | **UT** | **UA** | **T/ K** | **L** | **PL** |
| **1** | [Sub-CPMK-1]Definisi dan ruang lingkup geostatistikVariabel acak dan properti spasialEstimasi spasial dan prediksi | Mampu memahami desain perkuliahan dan menjelaskan Definisi dan ruang lingkup geostatistikVariabel acak dan properti spasialEstimasi spasial dan prediksi | **Bentuk:**Non Tes: Kehadiran dan aktifitas**Kriteria:**memahami rancangan perkuliahan dan Menjelaskan ruang lingkup geostatistik untuk analisis data geologi Variabel acak dan properti spasialEstimasi spasial dan prediksi | **Bentuk:**Kuliah**Metode:**DiskusiTM [(1x(2x50’)] | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan Pertama🡪Modul 1
* Referensi terkait materi pertemuan pertama

BM (1X2X60’) | * Perkenalan
* Kontrak perkuliahan

[Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) | **3** |  | **1** |  |  |
| **2 - 4** | [Sub-CPMK-2]Konsep dasar variogram dan interpretasi grafik variogramModel variogram dan estimasi parameter variogramInterpolasi variogram untuk pemodelan data spasialTeknik samplingData error, Standar deviasi, Penyusunan databaseKontinuitas spasial | Mampu memahami Konsep dasar variogram dan interpretasi grafik variogramModel variogram dan estimasi parameter variogramInterpolasi variogram untuk pemodelan data spasial | **Bentuk:**Non Tes: Kehadiran dan aktifitas**Kriteria:**memahami Konsep dasar variogram, interpretasi grafik Model, estimasi parameter DANInterpolasi variogram untuk pemodelan data spasial | **Bentuk:**Kuliah**Metode:**Diskusi TM [(1x(2x50’)] | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-2🡪Modul 1
* Referensi terkait materi pertemuan kedua

BM (1X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) | **3** |  | **1** |  |  |
| Mampu memahami Teknik sampling | **Bentuk:**Non Tes: Kehadiran dan aktifitas**Kriteria:**Mempu Memahami Mampu memahami Teknik sampling | **Bentuk:**Kuliah**Metode:**DiskusiTM [(1x(2x50’)]**Kuis 1** | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-3🡪Modul 2
* Referensi terkait materi pertemuan ketiga

BM (1X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) | **3** |  | **2** |  |  |
| Mampu memahami Data error, Standar deviasi, Penyusunan databaseKontinuitas spasialTeknik samplingData error, Standar deviasi, Penyusunan databaseKontinuitas spasial | **Bentuk:**Non Tes: Kehadiran dan aktifitas**Kriteria:**Mampu Memahami Data error, Standar deviasi, Penyusunan databaseKontinuitas spasialTeknik samplingData error, Standar deviasi, Penyusunan databaseKontinuitas spasial | **Bentuk:**Kuliah**Metode:**Diskusi TM [(1x(2x50’)]**Tugas 1** | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-4🡪Modul 3
* Referensi terkait materi pertemuan keempat

BM (1X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) | **3** |  | **3** |  |  |
| **5** | [Sub-CPMK-3]Mampu memahami Multi regresi dan analisis clusterPerbandingan dua faktor distribusi, scatterplot, korelasi, dan regresi linear sebagai nilai kondisional | Mampu memahami Multi regresi dan analisis clusterPerbandingan dua faktor distribusi, scatterplot, korelasi, dan regresi linear sebagai nilai kondisional | **Bentuk:**Non Tes: Kehadiran dan aktifitas**Kriteria:**Mampu Memahami Multi regresi dan analisis clusterPerbandingan dua faktor distribusi, scatterplot, korelasi, dan regresi linear sebagai nilai kondisional | **Bentuk:**Kuliah**Metode:**DiskusiTM [(1x(2x50’)]**Tugas 2** | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-5🡪Modul 4
* Referensi terkait materi pertemuan kelima

BM (1X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) | **3** |  | **3** |  |  |
| **6** | [Sub-CPMK-2]Mampu mengapllikasikan geostatistik pada program *spread-sheet* | Ketepatan dalam mengaplikasikan geostatistik pada program *spread-sheet* | **Bentuk:**Non Tes: Kehadiran dan aktifitas*Software*: Ms. Excel dan Gstat**Kriteria:**Mampu mengapllikasikan geostatistik pada program *spread-sheet* | **Bentuk:**KuliahPraktikum**Metode:**Diskusi PBLResponsiTM [(1x(2x50’)]TutorialP [(1x(2x170’)] | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-6🡪Modul 5
* Referensi terkait materi pertemuan keenam

BM (1X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) | **3** |  | **1** | **3** |  |
| **7** | [Sub-CPMK-3]Mampu mengolah data *sampling* menjadi sebuah *database* dan menyajikan dalam bentuk data statistik sederhana | Mampu merancang dan mengembangkan data *sampling* menjadi sebuah *database* dan menyajikan dalam bentuk data statistik sederhana | **Bentuk:**Non Tes: Kehadiran dan aktifitas*Software*: Ms. Excel dan Gstat**Kriteria:**Mampu menganalisa data statistik | **Bentuk:**KuliahPraktikum**Metode:**Diskusi PBLResponsiTM [(1x(2x50’)]TutorialP [(1x(2x170’)]**Tugas 3** | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-7🡪Modul 6
* Referensi terkait materi pertemuan ketujuh

BM (1X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) | **3** |  | **3** | **3** |  |
| **8** | Ujian Tengah Semester | Penguasaan Materi Uji | **Bentuk:**Tes: Kehadiran dan aktifitas**Kriteria:**Penguasaan Materi Uji | **Bentuk:**Tes**Metode:**Ujian tulisTM [(1x(2x50’)] | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-8🡪Modul 1-6
* Referensi terkait materi pertemuan pertama sampai ketujuh

BM (1X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) | **4** |  |  |  |  |
| **9 - 11** | [Sub-CPMK-4]Mampu mengolah dan menganalisis *database* geologi dalam bentuk variogram | Mampu merancang, mengembangkan, dan menganalisis *database* geologi dalam bentuk variogram | **Bentuk:**Non Tes: Kehadiran dan aktifitas*Software*: Ms. Excel, *Geochemical Data Toolkit* (GCDKit), *Stanford Geostatistical Modeling Software* (SGeMS), danGstat**Kriteria:**Mampu mempraktekkan analisis semi-variogram dan varriogram, serta menginterpretasi data *sampling* dan data bor | **Bentuk:**KuliahPraktikum**Metode:**Diskusi PBLResponsiTM [(1x(2x50’)]TutorialP [(1x(2x170’)] | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-9🡪Modul 7
* Referensi terkait materi pertemuan kesembilan

BM (1X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) |  | **3** |  | **2** |  |
| Mampu merancang, mengembangkan, dan menganalisis *database* geologi dalam bentuk semi-variogram | **Bentuk:**KuliahPraktikum**Metode:**Diskusi PBLResponsiTM [(1x(2x50’)]TutorialP [(1x(2x170’)] | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-10🡪Modul 7
* Referensi terkait materi pertemuan kesembilan
* BM (1X2X60’)
 |  |  | **3** | **1** | **2** |  |
| Mampu menginterpretasi dan membuat *database* hasil sampling dan pengeboran dalam bentuk statistik | **Bentuk:**KuliahPraktikum**Metode:**Diskusi PBLResponsiTM [(1x(2x50’)]TutorialP [(1x(2x170’)]**Tugas 4** | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-11🡪Modul 7
* Referensi terkait materi pertemuan kesembilan
* BM (1X2X60’)
 |  |  | **3** | **3** | **2** |  |
| **12 - 13** | [Sub-CPMK-4]Mampu menganalisis Aplikasi geostatistik dalam eksplorasi sumber daya alam (misalnya: penaksiran cadangan mineral, penilaian reservoir minyak dan gas)Aplikasi geostatistik dalam pemetaan geologi dan pemodelan lingkungan | Mampu menganalisis Aplikasi geostatistik geostatistik dalam eksplorasi sumber daya alam (misalnya: penaksiran cadangan mineral, penilaian reservoir minyak dan gas) | **Bentuk:**Non Tes: Kehadiran dan aktifitas*Software*: Ms. Excel, QGIS**Kriteria:**Mampu menganalisis Aplikasi geostatistik geostatistik dalam eksplorasi sumber daya alam (misalnya: penaksiran cadangan mineral, penilaian reservoir minyak dan gas | **Bentuk:**KuliahPraktikum**Metode:**Diskusi PBLResponsiTM [(1x(2x50’)]TutorialP [(1x(2x170’)] | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-12🡪Modul 8
* Referensi terkait materi pertemuan kesepuluh

BM (1X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) |  | **3** | **1** | **3** |  |
| Mampu menggunakan aplikasi geostatistik dalam pemetaan geologi dan pemodelan lingkungan | **Bentuk:**Non Tes: Kehadiran dan aktifitas**Kriteria:**Mampu menggunakan aplikasi geostatistik dalam pemetaan geologi dan pemodelan lingkungan | **Bentuk:**Kuliah**Metode:**DiskusiTM [(1x(2x50’)]**Tugas 5** | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan 13🡪Modul 8
* Referensi terkait materi pertemuan kesebelas

BM (1X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) |  | **3** | **3** | **3** |  |
| **14 - 15** | [Sub-CPMK-5]Aplikasi geostatistik dalam mitigasi kebencanaan (misalnya: penaksiran densitas *lineament*) | Mampu menggunakan Aplikasi geostatistik dalam mitigasi kebencanaan (misalnya: penaksiran densitas *lineament*) | **Bentuk:**Non Tes: Kehadiran dan aktifitas**Kriteria:**Mampu Menganalisis cadangan *irregular* pada endapan bijih | **Bentuk:**Kuliah**Metode:**DiskusiTM [(2x(2x50’)]**Tugas 6** | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-14🡪Modul 9
* Referensi terkait materi pertemuan keempat belas

BM (2X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) |  | **6** | **4** | **6** |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **16** | Ujian Akhir Semester | Penguasaan Materi Uji | **Bentuk:**Tes: Kehadiran dan aktifitas**Kriteria:**Penguasaan Materi Uji | **Bentuk:**Tes**Metode:**Ujian tulis atau tak tertulisTM [(1x(2x50’)] | * VIRTUAL, SIKOLA 🡪AlurPembelajaran🡪Pertemuan ke-16
* Referensi terkait materi pertemuan pertama hingga ke lima belas

BM (1X2X60’) | [Pustaka Utama (PU)[Pustaka Pendukung (PP) |  | **4** |  |  |  |

**Rubrik Penilaian**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | UT | UA | T/ K | L |
| CPMK-1 | 3 | - | 1 | - |
| CPMK-2 | 3 | - | 1 | - |
| CPMK-3 | 3 | - | 2 | - |
| CPMK-4 | 16 | 9 | 14 | 12 |
| CPMK-5 | - | 16 | 8 | 12 |
| **Total** | **25** | **25** | **26** | **24** |