

**ANALISIS PENAKSIRAN SUMBERDAYA BAUKSIT  
MENGUNAKAN METODE GEOSTATISTIK DI  
KABUPATEN KETAPANG PROVINSI KALIMANTAN BARAT**

**TESIS**

**Oleh :**

**FLAMINGGO GINGGA  
212170018**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
YOGYAKARTA  
2019**

**ANALISIS PENAKSIRAN SUMBERDAYA BAUKSIT  
MENGUNAKAN METODE GEOSTATISTIK DI  
KABUPATEN KETAPANG PROVINSI KALIMANTAN BARAT**

**TESIS**

Disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Magister Teknik dari  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Oleh :

**FLAMINGGO GINGGA  
212170018**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
YOGYAKARTA  
2019**

**ANALISIS PENAKSIRAN SUMBERDAYA BAUKSIT  
MENGUNAKAN METODE GEOSTATISTIK DI  
KABUPATEN KETAPANG PROVINSI KALIMANTAN BARAT**

Oleh :

**FLAMINGGO GINGGA  
212170018**



Disetujui untuk

Program Studi Magister Teknik Pertambangan

Fakultas Teknologi Mineral

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Tanggal : 20 Desember 2019

**Pembimbing I,**

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Waterman Sulistyana Bargawa".

**(Dr. Ir. Waterman Sulistyana Bargawa, M.T.)**

**Pembimbing II,**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Nurkhamim".

**(Dr. Nurkhamim, S.T., M.T.)**

## **PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS**

Tesis yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tesis haruslah seizin Dekan Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

## ABSTRAK

Penaksiran sumberdaya bauksit dapat menggunakan metode geostatistik, seperti teknik *ordinary kriging* (OK), *multiple indicator kriging* (MIK), dan *median indicator kriging* (Med IK). Penggunaan teknik *multiple indicator kriging* (MIK) dan *median indicator kriging* (Med IK) dalam penaksiran kadar memerlukan data yang lebih bervariasi dan pendekatan matematika yang rumit. Teknik MIK dan Med IK perlu memperhatikan nilai koefisien variansi (CV) 0,5-1,5. penaksiran bauksit kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan teknik *ordinary kriging* (OK) banyak dipergunakan karena sederhana dan mudah dipahami. Teknik OK pada koefisien variansi  $<0,5$  menghasilkan taksiran yang dapat dipercaya. Pada umumnya, bijih bauksit memiliki nilai CV  $<0,5$ . Tujuan penelitian ini untuk menganalisis perbandingan teknik OK, MIK, dan Med IK dalam penaksiran sumberdaya bauksit, menganalisis klasifikasi sumberdaya bauksit menggunakan nilai *average distance*, dan menganalisis kurva hubungan kadar dan tonase bauksit untuk mengetahui kualitas dan kuantitas bauksit. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak *micromine 2020* dengan metodologi meliputi survey geologi, pengumpulan data, interpretasi geologi, konstruksi model topografi dan geologi, analisis statistik dan geostatistik, penaksiran sumberdaya bauksit, dan perbandingan teknik OK, MIK, dan Med IK. Teknik OK dinilai lebih baik dari pada teknik MIK dan Med IK, dilihat dari nilai RMSE, *scatter plot*, kurva probabilitas kumulatif, dan visualisasi sayatan. Berdasarkan kondisi geologi daerah penelitian, teknik OK lebih cocok untuk penaksiran sumberdaya bauksit tipe *blanket deposit* di Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat. Penaksiran sumberdaya bauksit dengan teknik OK dikategorikan menjadi 3 (tiga) klasifikasi yang didapat dari nilai *average distance*. Semakin dekat *average distance* dikatakan sebagai sumberdaya terukur, dan semakin jauh *average distance* dikatakan sebagai sumberdaya tereka. Sumberdaya bauksit terukur, tertunjuk, dan tereka secara berturut-turut 451.454,6 ton; 50.803,2 ton; dan 30.873,6 ton dengan jumlah blok 4.672 dan kadar rata-rata  $\text{Al}_2\text{O}_3$  52,27%. Kurva hubungan tonase dan kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  menunjukkan jika *cutoff grade*  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%) semakin rendah maka tonase ( $r_0$ ) bauksit yang didapatkan akan semakin tinggi, dan sebaliknya jika *cutoff grade*  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (%) semakin tinggi maka tonase bauksit yang didapatkan akan semakin rendah atau jika nilai kumulatif mendekati 1 (satu) maka tonase yang didapatkan semakin besar.

**Kata Kunci :** *bauksit, geostatistik, median indicator kriging, multiple indikator kriging, ordinary kriging, root mean squared error, sumberdaya.*

## ABSTRACT

*Estimation of bauxite resources can use geostatistical methods, such as ordinary kriging (OK), multiple indicator kriging (MIK), and median kriging indicators (Med IK) techniques. The use of the multiple indicator kriging (MIK and the median kriging indicator (Med IK) ) techniques in the estimation of grades requires more varied data and complicated metaphorical approaches. MIK and Med IK techniques need to pay attention to the coefficient of variance (CV) values from 0.5 to 1.5. Estimation of bauxite  $Al_2O_3$  content with OK techniques is widely used because it is simple and easy to understand. The OK technique with a coefficient of variance  $<0.5$  yields reliable estimates. In general, bauxite ore has a CV value of  $<0.5$ . The purpose of this study is to analyze the comparison of OK, MIK, and IK techniques in bauxite resource estimation, analyze the classification of bauxite resources using average distance values, and analyze the grade-tonnage relationship curve to determine the quality and quantity of bauxite. This research uses micromine 2020 software with methodology including geological survey, data collection, geological interpretation, topographic and geological model construction, statistical and geostatistical analysis, estimation of bauxite resources, and comparison of OK, MIK, and Med IK method. The OK technique is considered better than the MIK and Med IK techniques, seen from the RMSE value, scatter plot, cumulative probability curve, and section visualization. Based on the geological conditions of the study area, the OK technique is more suitable for estimating bauxite resource blanket deposit types in Ketapang Regency, West Kalimantan Province. The estimation of bauxite resources using the OK method is categorized into 3 (three) classifications obtained from the average distance value. The closer of the average distance is said to be a measured resource, and the further of the average distance is said to be an inferred resource. Measured, indicated, and inferred bauxite resources were 451.454,6 tons; 50.803,2 tons; and 30.873,6 tons, respectively with 4.672 blocks and an average grade  $Al_2O_3$  is 52,27%. The grade-tonnage relationship curve of  $Al_2O_3$  shows that if the  $Al_2O_3$  (%) cutoff grade is lower, the tonnage ( $r_0$ ) of bauxite will be higher, and if the  $Al_2O_3$  (%) cutoff grade is higher, the bauxite tonnage obtained will be lower or if the cumulative value approaches 1 (one), the tonnage obtained is even greater.*

**Keywords:** *bauxite, geostatistics, median kriging indicator, multiple kriging indicator, ordinary kriging, root mean squared error, resources.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan tesis dengan judul Analisis Perbandingan Metode Geostatistik Dalam Penaksiran Sumberdaya Bauksit Di Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat. Penelitian ini dilaksanakan di PT. Harita Prima Abadi Mineral Site Air Upas, Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat pada bulan Januari – Februari 2019. Tujuan dari tesis adalah sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Magister Teknik dari Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Atas selesainya penyusunan tesis ini, kami ucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Muhammad Irhas Effendi, M.S, Rektor UPN “Veteran” Yogyakarta.
2. Dr. Ir. Suharsono, S.T., M.T., Dekan Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta.
3. Dr. Edy Nursanto, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Pertambangan FTM UPN “Veteran” Yogyakarta.
4. Dr. Ir. Barlian Dwinagara, M.T., Koordinator Program Studi Magister Teknik Pertambangan FTM UPN “Veteran” Yogyakarta.
5. Dr. Ir. Waterman Sulistyana Bargawa, M.T., Pembimbing I dan Kepala Laboratorium Simulasi Komputer UPN “Veteran” Yogyakarta.
6. Dr. Nurkhamim, S.T., M.T., Pembimbing II.
7. Dr. Ir. Eddy Winarno, S.Si., M.T., Pembahas I
8. Dr. Nur Ali Amri, M.T., Pembahas II
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tesis.

Akhirnya, semoga tesis ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pada umumnya, dan khususnya ilmu pertambangan.

Yogyakarta, 10 Desember 2019

Penulis,

Flaminggo Gingga

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN TESIS .....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Hipotesis Penelitian .....	4
1.6. Hasil yang Diharapkan.....	4
1.7. Metodologi Penelitian.....	4
1.8. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN UMUM</b>	
2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	8
2.2. Keadaan Geologi.....	10
2.2.1. Stratigrafi Daerah Penelitian.....	10
2.2.2. Struktur Geologi Daerah Penelitian .....	12
2.3. Ganesa Bauksit Kalimantan Barat .....	13
2.3.1. Bentuk Endapan Bauksit.....	16
2.3.2. Zona Endapan Bauksit .....	16
2.3.3. Sifat dan Kualitas Bauksit.....	17
<b>BAB III DASAR TEORI</b>	
3.1. Basis Data <i>Assay</i> dan Komposit .....	18



3.2.	Statistik Dasar .....	18
3.2.1.	Statistik Univariat .....	19
3.2.2.	Statistik Bivariat.....	21
3.2.3.	Statistik Spasial.....	23
3.3.	Prinsip Penaksiran.....	29
3.3.1.	Teknik <i>Ordinary Kriging</i> (OK) .....	29
3.3.2.	Teknik <i>Multiple Indicator Kriging</i> (MIK).....	31
3.3.3.	Teknik <i>Median Indicator Kriging</i> (Med IK).....	34
3.4.	Keakuratan Metode Penaksiran .....	38
3.4.1.	Validasi Silang ( <i>Cross Validation</i> ).....	39
3.4.2.	Kurva Probabilitas .....	39
3.4.3.	Visualisasi <i>Trend</i> Sayatan 2 Dimensi .....	40
3.4.4.	Kurva Hubungan Kadar dan Tonase.....	41
3.5.	Konsep Permodelan Blok .....	42
3.6.	Klasifikasi Sumberdaya Mineral.....	43
BAB IV HASIL PENELITIAN		
4.1.	Basis Data .....	46
4.2.	Analisis Statistik .....	48
4.3.	Konstruksi Model Blok.....	50
4.3.1.	Model Topografi.....	50
4.3.2.	Model Geologi.....	50
4.3.3.	Model Sumberdaya Bauksit Menggunakan Blok Model .	51
4.4.	Variografi.....	52
4.4.1.	Analisis Variogram.....	52
4.4.2.	Analisis Variogram Indikator.....	55
4.4.3.	Analisis Variogram <i>Median</i> Indikator.....	66
4.5.	Penaksiran Sumberdaya Bauksit.....	69
4.5.1.	Penaksiran Sumberdaya Bauksit Teknik OK .....	69
4.5.2.	Penaksiran Sumberdaya Bauksit Teknik MIK .....	73
4.5.3.	Penaksiran Sumberdaya Bauksit Teknik Med IK .....	77
4.6.	Akurasi Metode Penaksiran .....	81
BAB V PEMBAHASAN		
5.1.	Analisis Perbandingan Metode OK, MIK, dan Med IK .....	88
5.2.	Analisis Hasil Penaksiran Sumberdaya Bauksit Metode OK .....	92
5.3.	Analisis Hubungan Kadar dan Tonase Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Pada Penaksiran Terpilih.....	94
BAB VI KESIMPULAN		
6.1.	Kesimpulan .....	96
6.2.	Saran .....	97
DAFTAR PUSTAKA .....		98
LAMPIRAN.....		102

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Bagan alir penelitian .....	7
2.1. Peta kesampaian daerah lokasi penelitian.....	9
2.2. Bijih bauksit Kabupaten Landak, Provinsi Kalimantan Barat .....	13
2.3. Zona lapisan endapan bauksit laterit ( <i>zona horizon</i> ) .....	17
3.1. Kemencengan kurva ( <i>skewness</i> ) dalam model <i>histogram</i> .....	20
3.2. Contoh <i>scatter plot</i> variabel x dan y .....	22
3.3. Variogram dan parameter <i>nugget effect</i> , <i>range</i> , dan <i>sill</i> .....	25
3.4. Model variogram dengan <i>nugget effect</i> model (a) <i>spherical</i> , (b) <i>exponential</i> , (c) <i>linear</i> , (d) dan <i>gaussian</i> .....	26
3.5. Variogram indikator.....	27
3.6. <i>Ellipsoid 3D</i> pada kondisi isotropi.....	28
3.7. <i>Ellipsoid 3D</i> pada kondisi anisotropi .....	29
3.8. Kurva CDF dari deposit tembaga dan kadar batas terpilih .....	33
3.9. Kurva <i>probability density function</i> (PDF) .....	33
3.10. Kurva probabilitas kumulatif komposit dan masing-masing teknik estimasi .....	40
3.11. Contoh visualisasi <i>trend</i> sayatan hasil penaksiran sumberdaya bijih besi .....	40
3.12. Kurva hubungan tonase dan kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> dan SiO <sub>2</sub> .....	41
3.13. Model blok 3 (tiga) dimensi.....	42
3.14. Contoh blok model 3 (tiga) dimensi beserta atribut ( <i>properties</i> ) <i>grade</i> Pada <i>software micromine 2020</i> .....	43
3.15. Hubungan antara hasil eksplorasi, sumberdaya mineral dan cadangan bijih .....	44
4.1. Peta sebaran sumur uji daerah penelitian.....	47
4.2. Histogram data <i>assay</i> .....	48
4.3. Histogram data komposit .....	49
4.4. Topografi daerah penelitian 3 dimensi.....	50

Gambar	Halaman
4.5. Sayatan model geologi 2 dimensi daerah penelitian.....	51
4.6. <i>Domain ore body</i> dalam <i>wareframe (3D view)</i> .....	51
4.7. <i>Domain orebody</i> dalam blok model kosong 3 dimensi .....	52
4.8. Hasil <i>fitting</i> variogram .....	54
4.9. <i>Ellipsoid</i> dimensi ( <i>plan view</i> ) .....	55
4.10. <i>Ellipsoid</i> 3 dimensi .....	55
4.11. Variogram indikator kadar batas 47,36% .....	58
4.12. Variogram indikator kadar batas 51,55% .....	59
4.13. Variogram indikator kadar batas 53,81% .....	60
4.14. Variogram indikator kadar batas 54,95% .....	61
4.15. Variogram indikator kadar batas 55,98% .....	62
4.16. Variogram indikator kadar batas 56,83% .....	63
4.17. Variogram indikator kadar batas 57,74% .....	64
4.18. Variogram indikator kadar batas 58,23% .....	65
4.19. <i>Ellipsoid</i> 2 dimensi ( <i>plan view</i> ) untuk teknik MIK.....	66
4.20. <i>Ellipsoid</i> 3 dimensi untuk teknik MIK.....	66
4.21. Hasil <i>fitting</i> variogram indikator kadar batas 55,98% .....	68
4.22. <i>Ellipsoid</i> 2 dimensi ( <i>plan view</i> ) untuk teknik Med IK.....	69
4.23. <i>Ellipsoid</i> 3 dimensi untuk teknik Med IK.....	69
4.24. Blok model hasil penaksiran teknik OK ( <i>plan view</i> ).....	70
4.25. Blok model hasil penaksiran teknik OK ( <i>3D view</i> ) .....	70
4.26. Sayatan blok model teknik OK 2 dimensi .....	71
4.27. Histogram blok model penaksiran teknik OK .....	71
4.28. Blok model hasil penaksiran teknik MIK ( <i>plan view</i> ).....	73
4.29. Blok model hasil penaksiran teknik MIK ( <i>3D view</i> ) .....	73
4.30. Sayatan blok model teknik MIK 2 dimensi .....	74
4.31. Histogram blok model penaksiran teknik MIK .....	74
4.32. <i>Cumulative density function</i> kadar batas terpilih dari sumberdaya bauxit .....	76
4.33. Kurva <i>probability density function</i> (PDF) dari data indikator .....	76

Gambar	Halaman
4.34. Blok model hasil penaksiran teknik Med IK ( <i>plan view</i> ) .....	78
4.35. Blok model hasil penaksiran teknik Med IK ( <i>3D view</i> ) .....	78
4.36. Sayatan blok model teknik MIK 2 dimensi .....	79
4.37. Histogram blok model penaksiran teknik Med IK.....	80
4.38. <i>Scatter plot (x.y)</i> taksiran OK ( <i>estimated value</i> ) dan komposit ( <i>true value</i> ) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	81
4.39. <i>Scatter plot (x.y)</i> taksiran MIK ( <i>estimated value</i> ) dan komposit ( <i>true value</i> ) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	82
4.40. <i>Scatter plot (x.y)</i> taksiran Med IK ( <i>estimated value</i> ) dan komposit ( <i>true value</i> ) Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	82
4.41. Kurva probabilitas kumulatif kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> komposit banding taksiran kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> teknik OK, teknik OK mendekati data komposit ( <i>raw data</i> ).....	83
4.42. Kurva probabilitas kumulatif kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> komposit banding taksiran kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> teknik MIK, teknik MIK menjauhi data komposit ( <i>raw data</i> ).....	84
4.43. Kurva probabilitas kumulatif kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> komposit banding taksiran kadar Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> teknik Med IK, teknik Med IK semakin menjauhi data komposit ( <i>raw data</i> ).....	84
4.44. Visualisasi <i>trend</i> sayatan komposit banding taksiran OK, teknik OK mendekati data komposit ( <i>raw data</i> ).....	85
4.45. Visualisasi <i>trend</i> sayatan komposit banding taksiran MIK, teknik MIK mendekati data komposit ( <i>raw data</i> ).....	86
4.46. Visualisasi <i>trend</i> sayatan komposit banding taksiran Med IK, teknik Med IK Menjauhi data komposit ( <i>raw data</i> ) .....	86
5.1. <i>Scatterplot x.y</i> komposit vs hasil taksiran sumberdaya bauksit .....	89
5.2. Kurva probabilitas kumulatif komposit banding hasil penaksiran sumberdaya bauksit.....	90
5.3. Visualisasi <i>trend</i> sayatan komposit vs hasil taksiran sumberdaya bauksit, teknik OK dan MIK mendekati data aktual namun teknik Med IK menjauhi data komposit.....	91
5.4. <i>Histogram</i> nilai jarak rata-rata taksiran ( <i>average distance</i> ) 3 puncak data.....	93
5.5. Kurva hubungan antara kadar dengan tonase Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	95

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Batasan wilayah administrasi kecamatan .....	8
2.2. Kolom stratigrafi daerah penelitian .....	11
4.1. Hasil analisis statistik kadar $Al_2O_3$ data <i>assay</i> dan komposit.....	48
4.2. Ukuran blok model kosong ( <i>blank block model</i> ) .....	52
4.3. Parameter penyusun variogram .....	53
4.4. Parameter hasil <i>fitting</i> variogram model <i>spherical</i> .....	53
4.5. Parameter <i>ellipsoid</i> .....	53
4.6. Parameter penyusun variogram indikator.....	56
4.7. Kadar batas $Al_2O_3$ sebagai nilai indikator .....	56
4.8. Parameter hasil <i>fitting</i> variogram indikator model <i>spherical</i> .....	57
4.9. Parameter <i>ellipsoid</i> dari variogram indikator .....	57
4.10. Parameter penyusun variogram <i>median</i> indikator.....	67
4.11. Parameter hasil <i>fitting</i> variogram <i>median</i> indikator model <i>spherical</i> .....	67
4.12. Parameter <i>ellipsoid</i> dari variogram <i>median</i> indikator .....	67
4.13. Hasil analisis statistik penaksiran teknik OK .....	72
4.14. Tabulasi jumlah sumberdaya teknik OK .....	72
4.15. Hasil analisis statistik penaksiran teknik MIK .....	75
4.16. Tabulasi jumlah sumberdaya teknik MIK .....	77
4.17. Hasil analisis statistik penaksiran teknik Med IK .....	79
4.18. Tabulasi jumlah sumberdaya teknik Med IK .....	80
4.19. Hasil regresi linier validasi silang kadar taksiran dan komposit .....	83
5.1. Hasil analisis statistik antara data komposit dan hasil taksiran.....	88
5.2. Klasifikasi sumberdaya bauksit menggunakan <i>average distance</i> .....	94
5.3. Tabulasi hubungan kadar dan tonase bauksit kadar $Al_2O_3$ .....	95
G.1 Tabulasi basis data <i>collar</i> .....	115
H.1. Tabulasi basis data <i>survey</i> .....	120

Tabel	Halaman
I.1. Tabulasi basis data <i>geology</i> .....	125
J.1. Tabulasi basis data <i>assay</i> .....	136
K.1. Tabulasi basis data komposit.....	143

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. PETA KESAMPAIAN DAERAH PENELITIAN .....	102
B. PETA TOPOGRAFI DAERAH PENELITIAN .....	104
C. PETA MORFOLOGI DAERAH PENELITIAN .....	106
D. PETA GEOLOGI LEMBAR KENDAWANGAN .....	108
E. PETA GEOLOGI DAERAH PENELITIAN .....	110
F. PETA SEBARAN SUMUR UJI .....	112
G. TABULASI BASIS DATA <i>COLLAR</i> .....	114
H. TABULASI BASIS DATA <i>SURVEY</i> .....	119
I. TABULASI BASIS DATA <i>GEOLOGY</i> .....	124
J. TABULASI BASIS DATA <i>ASSAY</i> .....	135
K. TABULASI BASIS DATA KOMPOSIT .....	142
L. MODEL BLOK 2 DIMENSI METODE <i>ORDINARY KRIGING</i> .....	147
M. MODEL BLOK 2 DIMENSI METODE MULTIPLE INDICATOR KRIGING .....	149
N. MODEL BLOK 2 DIMENSI METODE MEDIAN INDICATOR KRIGING .....	151

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Penaksiran sumberdaya bauksit dapat menggunakan metode geostatistik, seperti teknik *ordinary kriging* (OK), *multiple indicator kriging* (MIK), dan *median indicator kriging* (Med IK). Penelitian ini merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan untuk mengaplikasikan teknik OK, serta perbandingan teknik OK dengan teknik MIK dan teknik Med IK dalam penaksiran sumberdaya bauksit di Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat menggunakan *software micromine 2020*. Parameter hasil penaksiran sumberdaya bauksit teknik OK, MIK, dan Med IK akan diperbandingkan satu sama lain untuk mendapatkan model sumberdaya yang mendekati data komposit (*raw data*).

Teknik MIK berfungsi untuk mengolah data tanpa memotong nilai kadar yang tinggi dan memperkirakan distribusi lokal di setiap titik yang tidak teridentifikasi nilai kadarnya (Journel, 1983). Menurut Journel (1983) dan Deutsch (1992), data diubah menjadi nilai indikator misalnya yang melebihi kadar batas akan diberikan nilai sama dengan 1 (satu), sedangkan nilai yang kurang dari kadar batas maka diberikan nilai 0 (nol). Teknik MIK mengestimasi kadar pada blok dengan menggunakan kadar batas (*cut off*), mengolah data dalam kurva distribusi kumulatif atau *cumulative density function* (CDF) menjadi kurva distribusi probabilitas atau *probability density function* (PDF) untuk menentukan kadar rata-rata (Bargawa 2017). Teknik MIK menyajikan estimasi yang lebih baik dan dapat digunakan untuk mengestimasi kadar sumberdaya emas dan deposit lainnya yang memiliki kondisi geologi yang serupa dengan deposit Asuadai, Ghana (Al-Hassan, 2015). Penerapan teknik MIK tidak akurat untuk data yang tidak mencukupi. Karena memerlukan cukup banyak data menaksir probabilitas kadar blok, maka kurva CDF yang dihasilkan tidak ideal sehingga reliabilitas taksiran kadar rerata lebih rendah (Bargawa, 1999).



Menurut Journel (1988), teknik Med IK merupakan penyederhanaan dari teknik MIK yang membagi kadar batas berdasarkan persentil dari sampel data dan diambil nilai tengah (*median*) dari sampel yang digunakan. Prinsip dari Med IK sama dengan MIK yaitu menetapkan nilai indikator dengan mengganti nilai 1 (satu) pada nilai taksiran yang melebihi nilai kadar batas, dan mengganti nilai 0 (nol) pada nilai taksiran yang kurang dari nilai kadar batas (Journel, 1998). Menurut Badel (2010) penaksiran teknik Med IK lebih akurat, mendekati data aktual lapangan, dan hasilnya lebih variatif dari pada teknik *neural network* (ANN). Menurut Hill, (1998) penaksiran teknik Med IK dalam mengestimasi sumberdaya emas kadar tinggi menghasilkan taksiran kadar emas yang lebih baik dari pada teknik *full indicator kriging* (FIK). Teknik FIK biasa disebut dengan MIK (Hill, 1998). Semua pendekatan tersebut (MIK dan Med IK) adalah pendekatan non-linier. Para praktisi lapangan memerlukan upaya untuk memahami pendekatan matematika yang rumit.

Penaksiran dengan teknik OK dengan nilai koefisien variansi (CV) lebih kecil dari 0,5 akan menghasilkan taksiran yang lebih baik dan dapat dipercaya (Kim, 1998). Menurut Bargawa (2002), koefisien variansi (CV) dengan nilai lebih dari 0,5 akan menunjukkan variabilitas nilai data tidak teratur, sehingga dapat memengaruhi hasil penaksiran akhir dari teknik OK.

Penaksiran sumberdaya mineral dengan teknik OK memerlukan permodelan variogram sebelum proses penaksiran dan memberikan nilai variansi kriging sebagai indeks konfigurasi data (Yasrebi, 2009, dan, Almasi, 2014). Menurut Bargawa (2009) teknik OK sering bermasalah apabila diterapkan pada penaksiran di cebakan bijih emas yang memiliki distribusi yang tidak teratur (*eratic*). Hal tersebut ditandai dengan adanya pencilan (*outlier*), sehingga perlu memisahkan data menjadi beberapa populasi. Menurut Rustam (2017), sebaran data yang memiliki distribusi normal tanpa adanya pencilan menghasilkan nilai  $CV < 0,5$  menunjukkan bahwa pemilihan teknik OK dalam penaksiran sumberdaya menghasilkan estimasi yang akurat. Menurut Behera (2019), teknik OK dengan tipe *block kriging* terintegrasi dari endapan bauksit tipe besi (*ferriginous*), menggabungkan kondisi geologi endapan bauksit dengan parameter statistik dan

geostatistik sehingga memberikan hasil penaksiran sumberdaya bauksit yang lebih meyakinkan.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, ada beberapa masalah yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menganalisis perbandingan teknik OK, MIK, dan Med IK dalam penaksiran sumberdaya bauksit kadar  $Al_2O_3$  dihubungkan dengan kondisi geologi di lapangan sehingga diketahui teknik penaksiran terbaik?
2. Bagaimana menganalisis klasifikasi sumberdaya bauksit pada teknik penaksiran yang terbaik?
3. Bagaimana menganalisis kurva hubungan antara kadar dan tonase sumberdaya bauksit kadar  $Al_2O_3$  untuk mengetahui kualitas dan kuantitas bauksit?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis perbandingan teknik OK, MIK, dan Med IK dalam penaksiran sumberdaya bauksit kadar  $Al_2O_3$  dihubungkan dengan kondisi geologi di lapangan sehingga diketahui teknik penaksiran terbaik.
2. Menganalisis klasifikasi sumberdaya bauksit pada teknik penaksiran yang terbaik.
3. Menganalisis kurva hubungan antara kadar dan tonase sumberdaya bauksit kadar  $Al_2O_3$  untuk mengetahui kualitas dan kuantitas bauksit.

### **1.4. Batasan Masalah**

Ada beberapa batasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di PT. Harita Prima Abadi Mineral (PT. HPAM) *site* Air Upas Kecamatan Marau, Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat.
2. Data *assay* dikompositkan dengan *interval* 1 meter, sedangkan data sumur uji (*test pit*) yang hanya memiliki 1 (satu) data *assay* dijadikan data komposit.

3. Analisis variogram eksperimental menggunakan analisis variogram *directional* atau anisotropi.
4. Klasifikasi sumberdaya bauksit menggunakan nilai jarak rata-rata data komposit dengan data taksiran blok (*average distance*).
5. Ukuran blok model dalam penelitian ini adalah 12,5m x 12,5m x 0,5m, diperoleh dari perhitungan  $\frac{1}{4}$  (satu per empat) dari jarak antar sampel 50m (Hustrulid dan Kuchta, 1995).
6. Akurasi pemilihan teknik terbaik dilihat dari analisis statistik (univariat dan bivariat), validasi silang (*cross validation*), kurva probabilitas kumulatif, dan visualisasi *trend* hasil penaksiran sumberdaya bauksit.
7. Aplikasi perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah *micromine 2020*.

### **1.5. Hipotesis Penelitian**

Berdasarkan tinjauan pustaka di atas, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah teknik OK akan memberikan hasil penaksiran sumberdaya bauksit yang lebih baik di Desa Karya Baru dan penaksiran sumberdaya bauksit teknik OK menghasilkan data yang meyakinkan dan mendekati data komposit (*raw data*) dibandingkan dengan teknik MIK dan Med IK.

### **1.6. Hasil yang Diharapkan**

Hasil yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Perbandingan teknik OK, MIK, Med IK dalam penaksiran sumberdaya bauksit dapat digunakan sebagai rekomendasi pada penaksiran kadar  $Al_2O_3$  dengan kondisi geologi serupa.
2. Dapat memberikan manfaat berupa masukan kepada pihak terkait (perusahaan) untuk penaksiran dan permodelan sumberdaya bauksit di Kabupaten Ketapang.

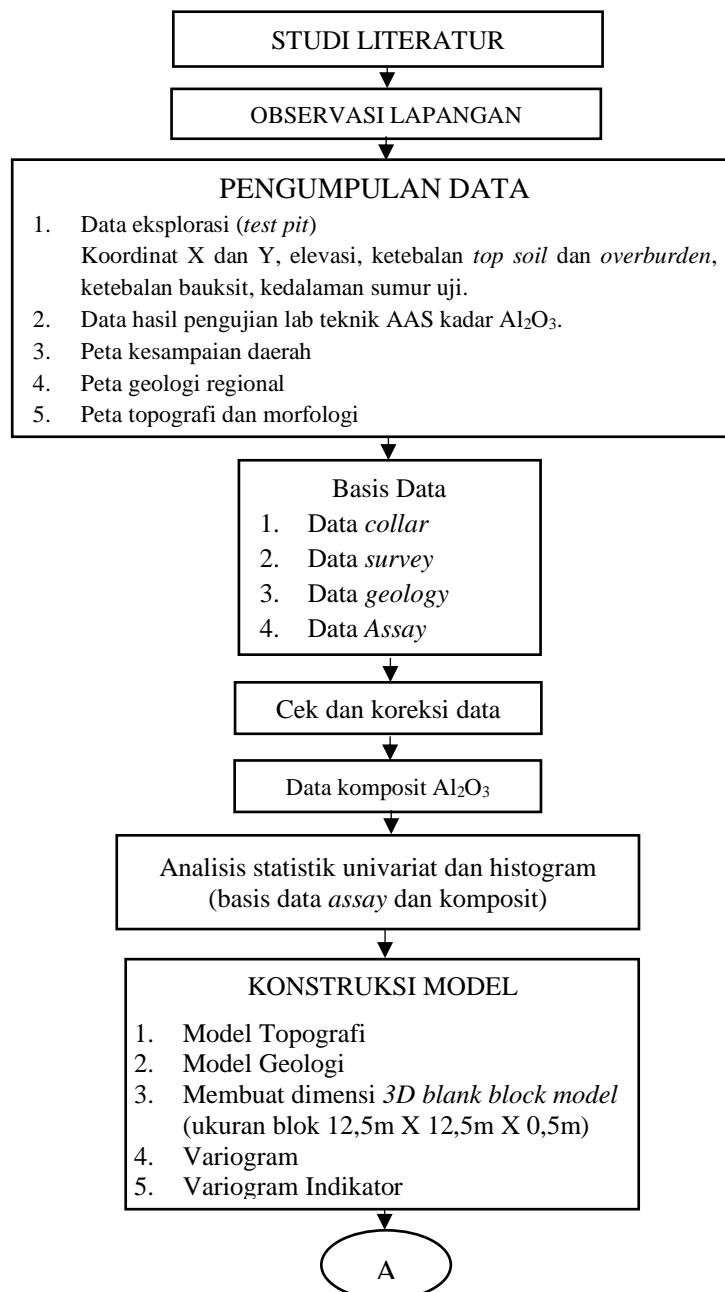
### **1.7. Metodologi Penelitian**

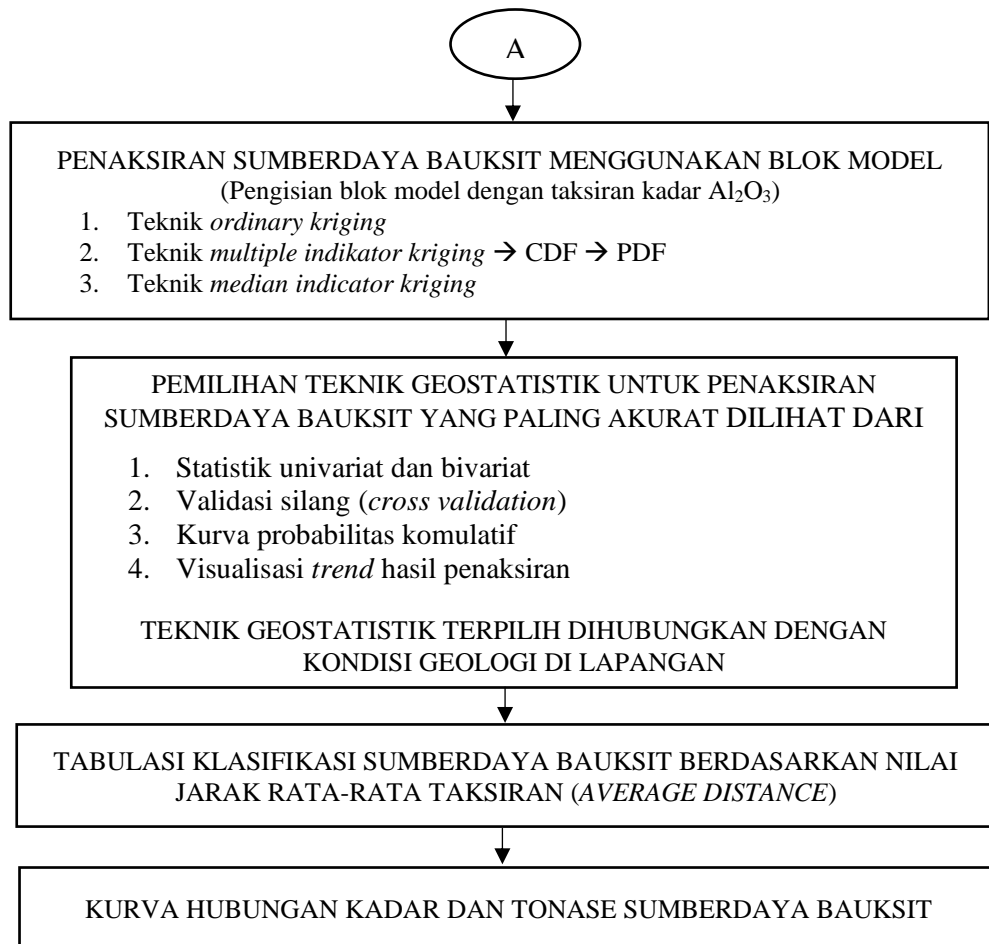
Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif, yaitu dengan mengumpulkan data (*sampling*) yang representatif, sehingga dapat digeneralisasikan di daerah penelitian. Data tersebut diolah dan dianalisis sehingga

dihasilkan sintesis. Pada penelitian ini juga dilakukan studi perbandingan dari kasus sejenis untuk mendapatkan pendekatan, sehingga dapat membantu pemecahan masalah yang dihadapi. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Melakukan studi literatur berupa pemahaman melalui studi kasus dari jurnal ilmiah internasional maupun nasional, buku, dan artikel di *website (internet)* yang berkaitan dengan masalah dalam penelitian ini. Untuk menentukan langkah-langkah kerja yang akan dilakukan, maka pengumpulan studi pustaka dari penelitian dengan kasus terkait akan menjadi pedoman dasar yang penting.
2. Melakukan observasi lapangan berupa pengamatan langsung di lapangan, tepatnya di Pertambangan Bauksit PT. Harita Prima Abadi Mineral *site* Air Upas yang terletak di Kecamatan Marau, Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat.
3. Melakukan pengumpulan data, seperti mengikuti kegiatan eksplorasi bauksit laterit dengan menggunakan sumur uji. Data yang didapat dari sumur uji akan dilakukan pengujian laboratorium dengan teknik spektrofotometri serapan atom atau *atomic absorption spectrophotometry (AAS)*. Disamping itu juga melakukan pengumpulan data seperti peta geologi regional, peta topografi, peta morfologi, peta kesampaian daerah, dan lain-lain.
4. Melakukan pengolahan data di aplikasi *micromine 2020* untuk menaksir dan memodelkan sumberdaya bauksit dengan teknik OK, MIK, dan Med IK dari data yang telah diperoleh. Pengolahan data pada aplikasi *micromine 2020* meliputi :
  - a. Pengelompokkan basis data (*collar, survey, geology, assay*, dan komposit)
  - b. Melakukan analisis statistik univariat dan histogram
  - c. Melakukan analisis statistik spasial atau variogram
  - d. Membuat konstruksi geologi meliputi konstruksi topografi dan konstruksi geologi (*wareframing*)
  - e. Melakukan penaksiran sumberdaya bauksit teknik OK, MIK, dan Med IK sesuai dengan pencarian data (*data search*) yang telah ditentukan.

- f. Melakukan validasi silang (*cross validation*) pada teknik OK, MIK, dan Med IK.
- g. Melakukan analisis hasil penaksiran sumberdaya bauksit teknik yang terbaik dengan menghubungkan hasil penaksiran dengan kondisi geologi daerah penelitian.
- h. Menganalisis kurva hubungan kadar dan tonase (*grade-tonnage relationship*) sumberdaya bauksit sehingga diketahui kualitas dan kuantitas bauksit.





Gambar 1.1  
Bagan alir penelitian

### 1.8. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Sebagai masukan pemilihan teknik penaksiran sumberdaya bauksit yang terbaik khususnya bagi PT. Harita Prima Abadi Mineral dan pihak yang terkait dengan perencanaan, eksplorasi, dan penaksiran sumberdaya dan cadangan bauksit laterit di Kabupaten Ketapang.
2. Memberikan referensi dalam pemilihan teknik yang terbaik dalam penaksiran sumberdaya bauksit di daerah penelitian.
3. Sebagai pengetahuan yang menunjukkan kualitas dan kuantitas sumberdaya bauksit di Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat.

## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM**

#### **2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah**

Secara administrasi, lokasi penelitian terletak di Dusun Batang Belian, Desa Karya Baru, Kecamatan Marau, Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat. Berdasarkan keadaan geografisnya, lokasi penelitian berada pada koordinat  $110^{\circ} 42'56,42''$  BT sampai  $110^{\circ} 43'18,22''$  BT dan  $2^{\circ} 14'47,83''$  LS sampai  $2^{\circ} 15'12,20''$ LS. Luas daerah penelitian adalah seluas  $486.000 \text{ m}^2$  atau seluas 48,6 Ha dari luas total wilayah izin usaha pertambangan seluas  $23.700.000 \text{ m}^2$  atau seluas 2370 Ha. Adapun batas administratif daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

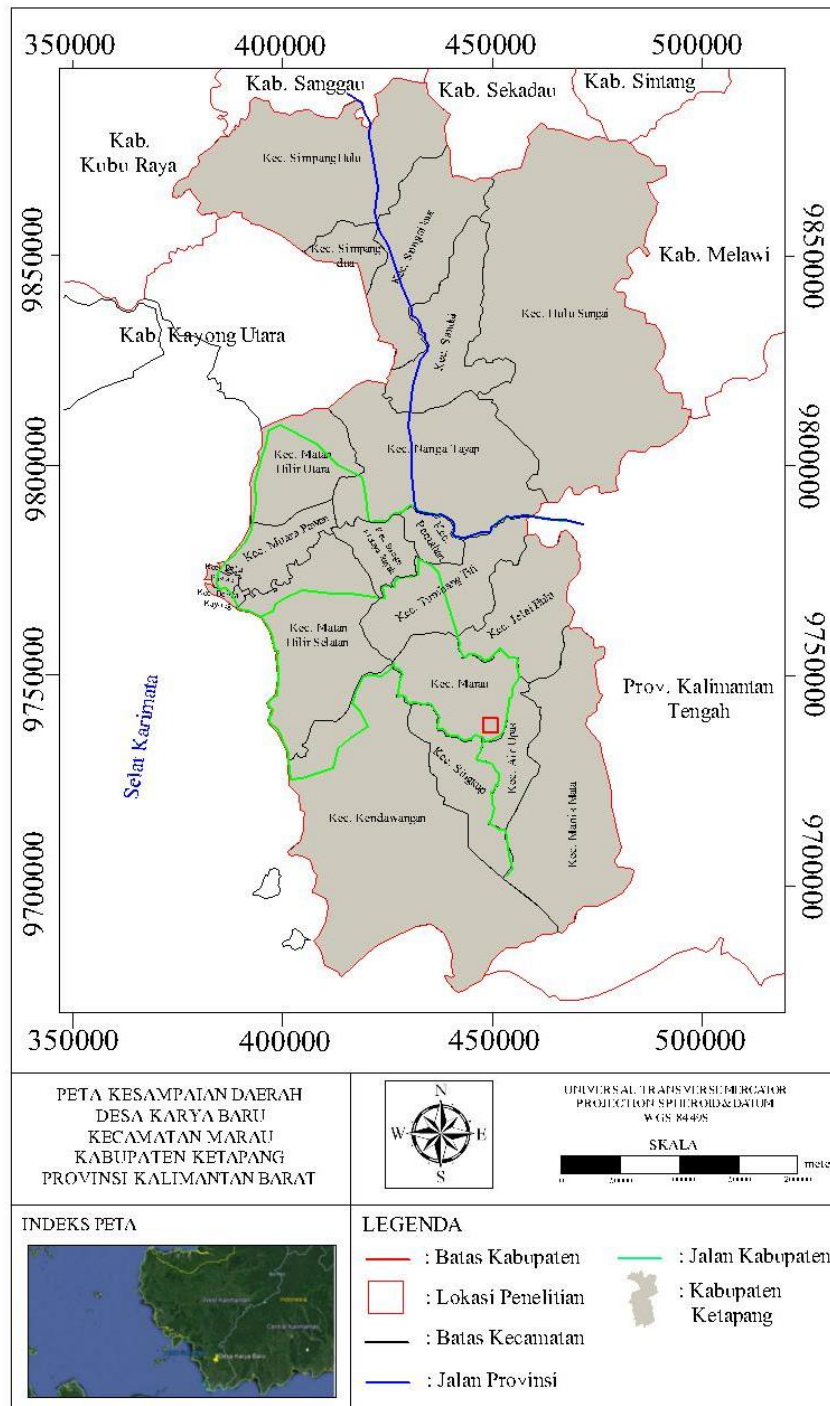
Tabel 2.1

Batasan wilayah administrasi kecamatan

No.	Batas administasi	Berbatasan dengan
1	Sebelah utara	Kecamatan Jelai Hulu
2	Sebelah selatan	Kecamatan Air Upas
3	Sebelah timur	Kecamatan Manis Mata
4	Sebelah barat	Kecamatan Kendawangan

*Sumber : Kantor Kecamatan Marau (2019)*

Lokasi penelitian dapat ditempuh melalui jalur darat menggunakan mobil. Dimulai dari Bandara Rahadi Oesman, Kecamatan Delta Pawan, menuju ke selatan tepatnya ke Kecamatan Matan Hilir Selatan yang ditempuh selama 2 jam. Perjalanan dilanjutkan ke selatan tepatnya ke Kecamatan Kendawangan yang ditempuh selama 1 jam, kemudian menuju ke timur tepatnya ke Desa Karya Baru, Kecamatan Marau yang diempuh selama 2 jam. Total waktu perjalanan dari Bandara Rahadi Oesman sampai lokasi penelitian yaitu selama 5 jam dengan jarak tempuh 189 km.



Sumber : PT. HPAM

Gambar 2.1

Peta kesampaian daerah lokasi penelitian



## **2.2. Keadaan Geologi**

Keadaan geologi daerah Kalimantan Barat bagian selatan sebagian besar dikontrol oleh proses magmatisme pada skala umuran Kapur Awal sampai Kapur Akhir yang berupa tubuh *batholit* granit yang menjadi batuan dasar (Rickard, 1972). Proses sedimentasi dari tua ke muda berumur Jura sampai Kapur Akhir. Daerah penelitian secara regional termasuk ke dalam peta geologi lembar Kendawangan, Kalimantan Barat (Rustandi, 1993). Peta geologi regional lembar Kendawangan dapat dilihat pada Lampiran D.

### **2.2.1. Stratigrafi Daerah Penelitian**

Stratigrafi adalah studi mengenai sejarah, komposisi dan umur relatif serta distribusi perlapisan tanah dan interpretasi lapisan-lapisan batuan untuk menjelaskan sejarah bumi. Berdasarkan peta geologi lembar Kendawangan, Dusun Batang Belian, Desa Karya Baru, Kecamatan Marau terletak pada bagian masa Jura hingga Kapur. Peta geologi Kecamatan Marau dapat dilihat pada Lampiran E.

Menurut Rustandi (1993), adapun formasi batuan yang terdapat di daerah penelitian adalah sebagai berikut :

#### **1. Batuan Gunung Api Kerabai (Kuk)**

Terdiri dari tuff sela, tuff hablur dan lava, berselingan dengan batu pasir, batu lanau dan batu lempung yang termalihkan. Batu pasir, batu lanau dan batu lempung berlapis baik, bersamaan terbreksikan aneka material. Barik kuarsa dijumpai pada satuan ini yang berumur Kapur Akhir. Batuan gunung api kerabai diketahui memiliki ketebalan lebih dari 1000 m. Sebarannya terdapat di daerah Gunung Tanjunggasa, Gunung Pangkalanratu, Sukaraja, Sebatik, Riamtarak dan Karanganyar menerus ke Utara.

#### **2. Granit Sukadana (Kus)**

Terdiri dari batuan granit, granodiorit, dan diorit. Granit, kelabu kemerahan, terdiri dari kuarsa, plagioklas, *hornblenda* dan biotit. Di beberapa tempat satuan ini mengandung *xenolit* basal yang berukuran mencapai 40 cm. Granodiorit, kelabu, terdiri dari kuarsa, plagioklas, ampibol dan biotit. Diorit, kelabu kehitaman, terdiri dari plagioklas, kuarsa dan ampibol yang terepidotkan.

Batuan granit ini mungkin merupakan bagian dari batolit, granit Kalimantan Barat. Di Riam dan Riam Kusik berumur antara Kapur Awal sampai Kapur Akhir.

### 3. Basal Bunga (Kubu)

Terdiri dari basal hitam, lava andesit, tuff selaan hablur, breksi gunung api, batu pasir kuarsa tuffan dan batu lempung tuffan. Basal kelabu kehijauan yang berformasi dengan anggota dasit dan andesit berwarna abu-abu kehijauan. Di daerah ini terdapat pirit dan kalkopirit, berupa urat dengan ketebalan antara 0,2 hingga 1 mm. Batu lempung tuffan, terdiri dari kuarsa, biotit, *feldspar*, kuarsa gunung api dan lempung. Satuan ini berumur Kapur hingga Paleosen.

Tabel 2.2  
Kolom stratigrafi daerah penelitian

Masa	Zaman	Kala	Umur (juta)	Endapan Permukaan	Endapan Sedimen dan Gunung api	Batuan Terobosan
KENOZOIKUM	KUARTER	HOLOSEN		0,01		
		Plistosen	Akhir			
			Tengah			
			Awal			
	TERSIER	PLIOSEN		1,6		
		Miosen	Akhir	5,3 (4,8)		
			Tengah	11 (11,3)		
			Awal	16,2		
			OLIGOSEN			
		EOSEN		36,5		
PALEOSEN		53 (57,8)				
MESOZOIKUM	KAPUR	Akhir	65 (64,4)		Kubu	
		Awal	95		Kuk	Kus
	JURA	Akhir	135 (140)			
		Tengah	152			
		Awal	180			
	TRIAS	Akhir	205			
		Tengah	230			
		Awal	240			

Sumber : Rustandi (1993)

### 2.2.2. Struktur Geologi Daerah Penelitian

Endapan *alluvial* di Dusun Batang Belian, Desa Karya Baru, Kecamatan Marau, Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat, merupakan limpahan dari endapan rawa. Material lepas berbutir halus dan terendapkan beda *fasies* dengan endapan rawa. Struktur geologi yang terdapat pada daerah penelitian diantaranya adalah sesar Bangkit dengan pergerakan *left slip fault* dan sesar Bagan Belanda dengan pergerakan *reverse left slip fault*, serta kekar-kekar penyertanya (Rickard, 1972).

Pada daerah penelitian terdapat dua macam alterasi hidrotermal, yaitu tipe propilitik sedang pada satuan tuf zeolit, dan tipe silisifikasi sedang pada tuf zeolit dan lapilli (Ramadhan, 2014). Struktur geologi yang ada pada daerah penelitian berperan penting pada terbentuknya alterasi hidrotermal. Menurut Ramadhan (2014), daerah yang mengandung bauksit di Kalimantan Barat dibagi menjadi tiga, yaitu :

1. Daerah 1 dengan batuan induk berupa lapili, dengan morfologi bukit dan kondisi topografi hampir datar-landai, dengan kualitas bauksit baik. Berdasarkan analisis petrologi, *X-ray diffraction* (XRD), dan *X-ray fluoence* (XRF), faktor konkresi atau *concentration factor* (CF) rata-rata 60,89%, Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) tinggi (51,66%), Silika ( $\text{SiO}_2$ ) tinggi (7,69%), dan Ferrioksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) rendah (14,08).
2. Daerah 2 dengan batuan induk tuf lempungan, kondisi topografi yang datar-hampir datar, dan terlewati zona sesar, memiliki potensi bauksit yang kurang baik. Berdasarkan analisis petrologi, XRD, dan XRF, CF rata-rata 55,56%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sedang (45,18%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (19,99%), dan  $\text{SiO}_2$  tinggi (11,57%).
3. Daerah 3 batuan induk tuf zeolit, dengan morfologi perbukitan landai-curam, terlewati sesar dan kekar-kekar terisi silika. Berdasarkan analisis petrologi, XRD, dan XRF, daerah 3 terdapat konkresi-konkresi dan nodul laterit dengan kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sangat rendah (2,44-20,47%),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  sangat tinggi (34,44%-77,66%), dan  $\text{SiO}_2$  yang sangat tinggi (8,55%-41,91%).

### 2.3. Genesa Bauksit Kalimantan Barat

Menurut Mead dan Bateman (1981), Bauksit merupakan hasil dari suatu pelapukan kimia yang terakumulasi dari suatu batuan yang mengandung aluminium silikat. Mineral silikat akan terlapukkan kemudian berpindah, selanjutnya besi juga berpindahkan sebagian kemudian terjadi penambahan air, alumina, titanium dan ferrioksida, sehingga terkonsentrasi dalam suatu endapan bijih.

Menurut Valetton (1972), bauksit di Kalimantan Barat terbentuk pada saat batuan granidorit, gibsit, maupun basaltik yang kaya akan alumina tersingkap ke permukaan dan mengalami pelapukan kimia. Mineral yang lebih mudah terlarutkan akan mengalami pencucian (*leaching*) sehingga komponen yang tahan terhadap pelarutan akan terakumulasi. Menurut Ramadhan (2014), pada iklim tropis di bawah kondisi tertentu, batuan yang mengandung silika dan mineral lempung (granidorit atau basaltik) akan terlapukan dan kandungan silika akan berpindahkan, sedangkan kandungan oksida, aluminium, dan besi akan terakumulasi sebagai endapan bijih. Proses pelapukan di daerah tropis ini dikenal sebagai lateritisasi. Jika proses ini terus berlanjut dan tidak terkena proses erosi, maka akan menghasilkan endapan laterit. Menurut Ramadhan (2014), tipe bauksit di Kalimantan Barat yang banyak dijumpai adalah tipe lapisan (*blanked bauksit*) dan tipe kaya akan besi (*ferruginous*). Bauksit laterit Kabupaten Landak, Provinsi Kalimantan Barat dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Sumber : Ramadhan (2014)

Gambar 2.2

Bijih bauksit Kabupaten Landak, Provinsi Kalimantan Barat

Menurut Ramadhan (2014), unsur senyawa yang diperhatikan merupakan ikatan pengayaan unsur tanggal yang bereaksi terhadap media air dan mengendapkan

senyawa baru, dalam pertambangan bauksit senyawa tersebut adalah  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ , dan total silikat (R- $\text{SiO}_2$ ). Intensifnya perkembangan laterit di daerah tropis basah menyebabkan terbentuknya tanah laterit.

Pada umumnya proses laterisasi pada bauksit terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pelarutan, transportasi, dan pengendapan kembali mineral (Valeton, 1972). Faktor yang terpenting pada pelarutan adalah pH, kelarutan (*solubility*), dan kestabilan mineral (Shaffer, 1975). Faktor yang berpengaruh pada transportasi dan pengendapan kembali mineral adalah iklim, topografi, morfologi, dan mobilitas unsur. Hasil pelapukan akan ditransportasikan oleh air tanah atau air hujan, kemudian diendapkan kembali. Proses terjadi dengan baik pada permukaan tanah landai dengan kemiringan tertentu, keadaan morfologi dan topografi yang cenderung bergelombang miring (Ramadhan, 2014).

Menurut Valeton (1972), proses pembentukan bauksit memerlukan beberapa syarat, yaitu:

1. Beriklim tropis atau sub tropis dengan curah hujan yang tinggi.
2. Batuan harus memiliki persentase kandungan aluminium yang banyak dalam kondisi pelapukan yang sesuai. Batuan tersebut diantaranya batuan granidorit, basaltik, *nephenite*, *syenite*, gipsit, dll.
3. Batuan induk (granidorit) mempunyai efektifitas porositas yang baik sehingga memudahkan air yang berfungsi sebagai media pencuci untuk melakukan pelindian.
4. Mempunyai periode yang cukup dalam hal cuaca, yaitu seimbang antara musim hujan dan musim panas.
5. Vegetasi dan bakteri yang dapat menguraikan.
6. Topografi yang bergelombang rendah.
7. Terdapat bahan reaksi termasuk presipitasi yang melimpah untuk melapukkan silikat dan pelarutan silikat pada kondisi pH tertentu.

Secara umum endapan bijih bauksit dapat terbentuk menjadi beberapa macam tipe endapan (Shaffer, 1975), yaitu:

1. Endapan lapisan (*Blanket deposits*)

Endapan bauksit ini merupakan endapan yang mendekati lapisan datar (*flat*) dan mempunyai lapisan dekat dengan permukaan. Luas dari endapan ini cukup luas dari beberapa *feet* hingga mencapai beberapa mil. Untuk ketebalannya cukup bervariasi mulai dari beberapa *feet* hingga *75 feet*, tetapi pada umumnya *5 feet* sampai *20 feet*. Beberapa endapan deposit mempunyai elevasi yang rendah dan meliputi daerah yang cukup luas serta mempunyai morfologi yang bergelombang. Endapan terjadi pada permukaan atau bagian atas dari lereng bukit, pegunungan maupun pada dataran tinggi.

2. Endapan kantong (*Pocket deposits*)

Endapan ini terdapat di Pulau *Caribbean* Jamaika dan di Hispaniola, Eropa Selatan, bahwa bijih bauksit terdapat pada cekungan karst. Endapan ini dimasukkan ke dalam tipe endapan kantong karena memiliki ukuran yang ekstrim. Ketebalannya cukup bervariasi mulai dari beberapa meter hingga 3km. Pada beberapa tempat, endapan ini terdapat di suatu cekungan dan terisolasi, ada juga yang secara bersamaan berada di suatu tempat terbuka dan dalam suatu daerah yang luas. Endapan kantong ini membentuk pola melensa dengan lempung atau material lain dalam batuan beku dan malihan.

3. Endapan butiran (*Detrital deposits*)

Endapan ini berasal dari hasil akumulasi bijih bauksit yang tertransportasi akibat erosi yang berasal dari endapan bijih bauksit lainnya.

4. Endapan antar lapisan (*Interlayered deposits*)

Endapan ini berada diantara lapisan batuan sedimen muda ataupun pada batuan vulkanik. Endapan pada lapisan ini biasanya lebih kompak daripada deposit yang berada di permukaan karena akibat dari pengaruh batuan disekitarnya. Endapan ini pada umumnya ditemukan di Amerika Serikat, Guyana, Suriname, Rusia, Cina, Irlandia dan Eropa Selatan. Pada beberapa tempat di Eropa dan Turki endapan bauksit tersebut dikontrol oleh struktur geologi berupa lipatan dan sesar. Pada keadaan endapan yang ekstrim, endapan bijih bauksit ditemukan pada lengan dari pada lipatan.

### 2.3.1. Bentuk Endapan Bauksit

Bauksit laterit di Kalimantan Barat merupakan endapan sekunder berupa residual dan *alluvial* (Ramadhan, 2014). Bauksit laterit terakumulasi di atas batuan asalnya yang terlapukkan. Oleh karena itu, endapan bauksit laterit terakumulasi relatif datar sesuai dengan relief batuan asalnya yang berupa permukaan datar saat sebelum terjadi proses pelapukan dan *leaching*. Dataran tinggi bauksit laterit yang ditemukan sekarang merupakan sisa dari permukaan datar pada masa lampau yang memiliki kemiringan  $1^{\circ} - 5^{\circ}$ , hingga secara regional *paleo-surface* yang sama mungkin terbentuk pada ketinggian yang berbeda (Shaffer, 1975).

Berdasarkan letak depositnya, menurut Valetton (1972) bauksit klasifikasikan menjadi empat tipe, yaitu:

1. Deposit bauksit residual

Asosiasi dengan kemiringan lereng yang menengah sampai hampir datar pada batuan granidiorit, *nephelin*, *syenit*. Permukaan bauksit kemiringannya lebih dari 50 dan batasan yang umum adalah 250. Pada batuan *nephelin syenit* bagian bawah bertekstur granitik.

2. Deposit bauksit koluvial

Deposit diselubungi oleh kaolinit, *nephelin*, dan sienit. Deposit ini terletak di bawah lempung dan termasuk *swamp bauxite* dengan tekstur pisolitik yang masih terlihat jelas serta berada di daerah lembah.

3. Deposit bauksit *alluvial* pada perlapisan

Deposit membentuk perlapisan silang siur, dipisahkan dengan gravel yang bertekstur pisolitik.

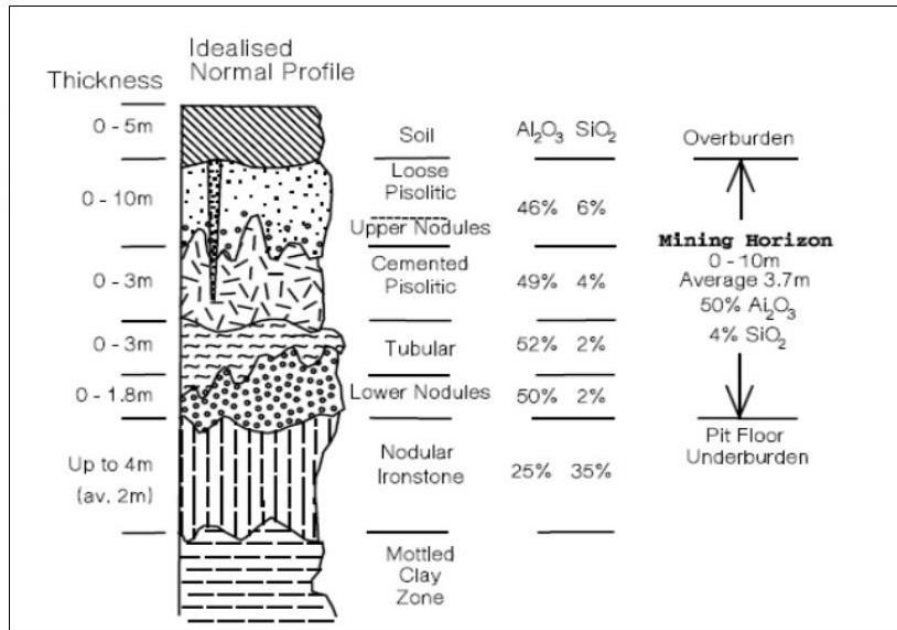
4. Deposit bauksit *alluvial* pada konglomerat kasar

Deposit tipe ini umumnya menutupi bauksit *boulder* dengan konglomerat kasar, terutama dari lempung karbonat dan pasir.

### 2.3.2. Zona Endapan Bauksit

Endapan bauksit laterit dapat dibagi menjadi beberapa zona lapisan (zona *horizon*), yaitu tanah penutup, *pisolitic*, *nodular ironstone*, dan zona lempung (Gambar 2.3). Menurut Shaffer (1975), kadar alumina terbanyak berada pada zona *pisolitic* yang

kadar alumina di atas 45%. Zona *horizon* inilah yang nantinya akan ditambang. Zona lain yang memiliki kadar alumina rendah akan dibuang dan menjadi *overburden* dan *waste* (Shaffer, 1975).



Sumber : Shaffer (1975)

Gambar 2.3

Zona lapisan endapan bauksit laterit (zona *horizon*)

### 2.3.3. Sifat dan Kualitas Bauksit

Warna bauksit jika dilihat dengan mata telanjang berwarna coklat jingga kekuning-kuningan. Tetapi, jika dilihat dengan menggunakan mikroskop akan nampak adanya kristal berwarna kehitaman. Bauksit mempunyai sifat sangat lunak dengan nilai kekerasan 1-3 skala *Mohs*. Bauksit relatif ringan dengan berat jenis 2,3-2,7 g/cm<sup>3</sup>. Bauksit mudah patah dan tidak dapat larut dalam air serta tidak akan terbakar. Bauksit (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.2H<sub>2</sub>O) bersistem bersegi delapan (*octahedral*) yang terdiri dari 35% – 65% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 2% – 10% SiO<sub>2</sub>, 2% - 20% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1% - 3% TiO<sub>2</sub> dan 10% - 30% air. Sebagai bijih alumina, bauksit mengandung sedikitnya 35% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5% SiO<sub>2</sub>, 6% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan 3% TiO<sub>2</sub> (Shaffer, 1975).



### BAB III DASAR TEORI

#### 3.1. Basis Data Assay dan Komposit

Basis data terdiri dari koordinat (*East* , *North*, Elevasi), titik awal hingga akhir (*from-to*), panjang *interval*, dan variabel basis data misalnya kadar  $Al_2O_3$ . Basis data meliputi data *collar*, *survey*, *geology*, *assay* dan data komposit. Data *assay* merupakan informasi kadar sampel dari kegiatan eksplorasi.

Pembuatan data komposit bertujuan untuk menyamakan *interval* data sehingga mempunyai volume yang sama. Komposit merupakan rata-rata berbobot (*weighted average*) data pada *interval* tertentu. Basis data komposit untuk penaksiran dan permodelan sumberdaya mineral mempunyai peubah yang sama seperti basis data *assay*. Adapun persamaan untuk menghitung kadar komposit menurut Isaaks dan Srivastava (1989) sebagai berikut :

$$\hat{g} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \cdot g_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

- $\hat{g}$  : nilai komposit
- $g_i$  : kadar sampel pada *interval* i
- $t_1$  : ketebalan (m)

#### 3.2. Statistika Dasar

Statistika adalah ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan cara-cara pengumpulan dan penyusunan data, pengolahan data, analisis data, dan penyajian data berdasarkan kumpulan dan analisis data yang dilakukan (Nugroho, 2008). Pada penelitian ini akan dilakukan analisis statistik univariat, statistik bivariat, dan statistik spasial untuk menjabarkan korelasi dan kecenderungan data untuk menentukan metode interpolasi dan penaksiran yang sesuai. Hasil analisis statistik

akan menghasilkan pola penyebaran dan arah sebaran endapan (Isaaks dan Srivastava, 1989).

### 3.2.1. Statistik Univariat

Statistik univariat adalah suatu alat statistik yang mendeskripsikan data dalam satu populasi, dengan parameter rata-rata (*mean*), *modus*, nilai tengah (*median*), nilai maksimum dan minimum. Parameter statistik yang menggambarkan penyebaran data mengacu pada nilai variansi ( $S^2$ ) dan simpangan baku ( $S$ ). Hasil statistik dari suatu populasi data dapat dilihat dalam bentuk tabel atau *histogram*.

Adapun beberapa parameter yang sering digunakan dalam menggambarkan penyebaran data menurut Isaaks dan Srivastava (1989), yaitu :

1. Variansi ( $S^2$ ) digunakan untuk mengukur ketidakteraturan sampel, dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$S^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \dots\dots\dots(3.2)$$

2. Simpangan baku ( $S$ ) merupakan parameter *disperse* yang sering digunakan sebagai pengganti varian, karena satuannya sama dengan variabel.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3.3)$$

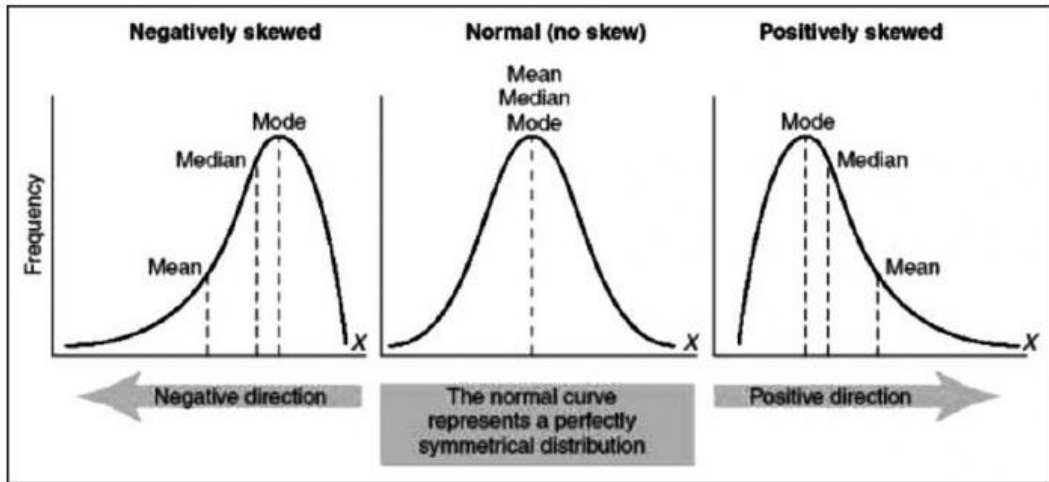
3. Ukuran kemencengan kurva (*skewness*) merupakan ukuran simetris atau tidaknya suatu sebaran data dalam *histogram*. Nilai *skewness* positif menunjukkan distribusi data cenderung lebih banyak pada nilai yang kecil, sedangkan nilai *skewness* yang negatif cenderung lebih banyak pada nilai yang besar (Gambar 3.1).

$$Skewness = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left( \frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^3 \dots\dots\dots(3.4)$$

4. *Kurtosis* adalah suatu ukuran yang menunjukkan kecenderungan puncak data. Jika *kurtosis* sama dengan 3 (tiga) berarti keruncingan distribusi data sama dengan normal, jika kurtosis lebih kecil dari 3 (tiga) maka distribusi

data lebih runcing dari distribusi normal, dan jika *kurtosis* lebih dari 3 (tiga) maka data lebih lebar dari normal.

$$Kurtosis = \left[ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum \left( \frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^4 \right] - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \dots \dots \dots (3.5)$$



Sumber : Isaaks dan Srivastava (1989)

Gambar 3.1

Kemencengan kurva (*skewness*) dalam model *histogram*

5. Koefisien variansi atau *coefficient of variation* (CV) adalah parameter statistik yang sering digunakan sebagai pengganti *skewness* untuk mendeskripsikan bentuk distribusi data. Nilai CV menunjukkan semakin besar nilai CV maka sifat data semakin heterogen dan sebaliknya adalah homogen.

$$CV = \frac{\text{Simpangan baku } (S)}{\text{Nilai rata-rata } (\bar{x})} \dots \dots \dots (3.6)$$

Keterangan :

- $n$  : jumlah data
- $x_i$  : nilai data ke – i
- $\bar{x}$  : nilai rata-rata
- $i$  : bilangan asli 1,2,3,...,n

### 3.2.2. Statistik Bivariat

Statistik bivariat merupakan alat analisis distribusi dua kumpulan variabel yang berbeda tapi terletak di lokasi yang sama. Salah satu untuk mempresentasikan hubungan antara dua variabel adalah *scatter plot* (*x-y plot*). Menurut Isaaks dan Srivastava (1989), *Scatter plot* akan merepresentasikan hubungan antara variabel secara dua dimensi pada grafik x-y dan melakukan pengujian pada variabel tersebut, apakah saling berhubungan antara kedua variabel x-y tersebut.

Bentuk *Scatter plot* adalah gambar grafis yang terdiri dari dua peubah dalam suatu grafik. Menurut Isaaks dan Srivastava (1989), jika kedua peubah cenderung memiliki nilai berbanding lurus maka hubungannya positif. Jika kedua peubah cenderung menunjukkan nilai yang berbanding terbalik, maka kedua peubah mempunyai hubungan negatif. Apabila penyebaran data kedua peubah cenderung acak, maka kedua peubah tersebut dikatakan tidak mempunyai hubungan.

Menurut Isaaks dan Srivastava (1989), suatu perangkat statistika untuk memperkirakan hubungan antara dua perubah yaitu regresi linier, dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$y = a + bx \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan :

$y$  : nilai prediksi / variabel terikat

$x$  : nilai sebenarnya / variabel bebas

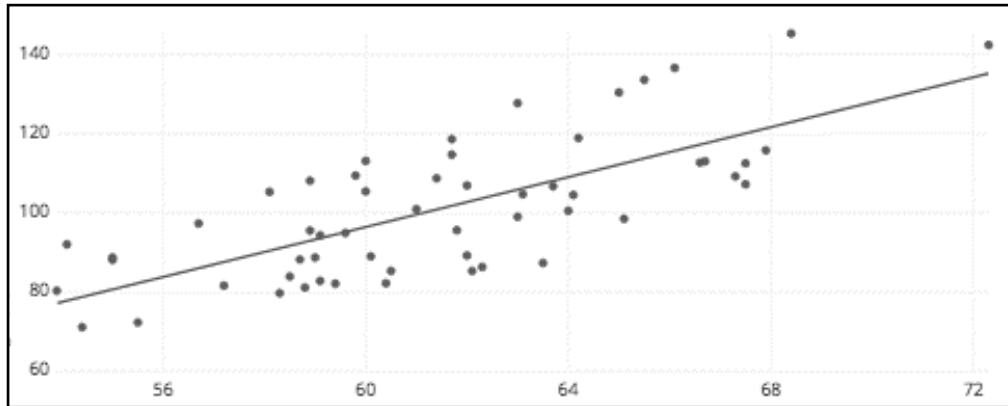
$a$  : nilai parameter *intercept* (garis potong kurva terhadap sumbu  $y$ )

$b$  : nilai koefisien regresi yang menunjukkan besarnya pengaruh  $x$  terhadap  $y$  secara grafik menunjukan *slope* (kemiringan garis regresi)

Menurut Isaaks dan Srivastava (1989), nilai  $a$  dan  $b$  dapat diperoleh dari persamaan di bawah ini :

$$b = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(\sum x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (3.8)$$

$$a = \frac{\sum y_i - b \sum x_i}{n} \dots\dots\dots(3.9)$$



Sumber : Asy'ari (2013)

Gambar 3.2

Contoh *scatter plot* variabel x dan y

Dalam statistika bivariat, hubungan antara dua perubah dinyatakan dengan koefisien korelasi ( $r$ ). Koefisien korelasi diketahui untuk mengetahui kuat lemahnya hubungan antara dua perubah yang terdiri variabel independen atau bebas ( $x$ ) dengan variabel dependen atau terikat ( $y$ ). Nilai koefisien korelasi ( $r$ ) berkisar  $-1 \leq r \leq +1$ , apabila nilai koefisien korelasi mendekati  $+1$  atau  $-1$ , berarti hubungan antarvariabel tersebut semakin kuat dan sebaliknya jika mendekati nilai  $0$  (nol) maka tidak ada korelasi antar variabel. Koefisien korelasi ( $r$ ) merupakan akar determenasi yang mendekati satu menunjukkan ukuran ketepatan dari hasil estimasi (variabel dependen atau sumbu  $y$ ) terhadap data sebenarnya (variabel independen atau sumbu  $x$ ) pada garis regresi. Menurut Isaaks dan Srivastrava (1989), persamaan dari koefisien determinasi ( $r^2$ ) sebagai berikut :

$$r^2 = \frac{a(\sum y_i) + b(\sum x_i y_i) - n(\bar{y})^2}{\sum (y_i)^2 - n(\bar{y})^2} \dots\dots\dots(3.10)$$

Sedangkan persamaan koefisien korelasi ( $r$ ) menurut Isaaks dan Srivastrava (1989), sebagai berikut :

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}} \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan :

- $n$  : jumlah data
- $x_i$  : nilai data x ke-i
- $y_i$  : nilai data y ke-i
- $\bar{x}$  : nilai rata-rata x
- $\bar{y}$  : nilai rata-rata y

Menurut Isaaks dan Srivastava (1989), ketika penaksiran telah dilakukan maka nilai hasil estimasi tersebut dapat dibandingkan dengan nilai data sebenarnya di lokasi titik sampel yang telah dikeluarkan dari *set* data sampel. Selisih antara nilai data dengan nilai hasil interpolasi merupakan nilai kesalahan (*error*) di titik tersebut. Nilai *root mean squared error* (RMSE) digunakan untuk menunjukkan nilai kesalahan (*error*) yang dapat didefinisikan dengan persamaan berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [\hat{Z}(x_i) - Z(x_i)]^2} \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan:

- $\hat{Z}(x_i)$  : Nilai estimasi
- $Z(x_i)$  : Nilai pengukuran
- $n$  : Jumlah prediksi

### 3.2.3. Statistik Spasial

Statistik spasial (geostatistik) merupakan teknik analisis untuk mengukur distribusi suatu fenomena berdasarkan keruangan (Amri, 2018). Geostatistik memungkinkan untuk mengkuantifikasikan korelasi antar tiap dua nilai yang dipisahkan oleh jarak  $h$  dan menggunakan informasi ini untuk membuat prediksi pada zona yang tidak diukur (Bargawa, 2017).

Variogram merupakan perangkat dasar dari geostatistik yang digunakan untuk mengkuantifikasi korelasi ruang antar sampel (Bargawa, 2002). Variogram eksperimental merupakan variogram yang diperoleh dari data hasil pengukuran, sedangkan variogram model merupakan model matematis secara teoritis (Bargawa,

2017). Menurut Isaaks dan Srivastava (1989), variogram merupakan suatu vektor yang dapat mengkuantifikasikan tingkat kemiripan antara dua sampel yang terpisah oleh jarak ( $h$ ). Variogram eksperimental didefinisikan sebagai setengah rata-rata penjumlahan selisih kuadrat pasangan data yang dinyatakan dengan persamaan berikut (Isaaks dan Srivastava, 1989) :

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^n [Z(x_i) - Z(x_{i+h})]^2 \dots\dots\dots(3.13)$$

Keterangan :

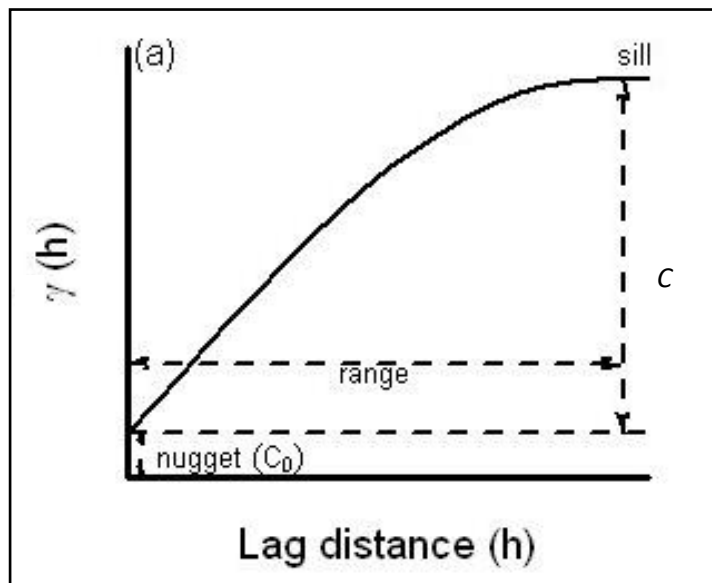
- $\gamma(h)$  : fungsi variogram
- $n(h)$  : jumlah pasangan data
- $Z(x_i)$  : nilai kadar pada lokasi  $x_i$
- $Z(x_{i+h})$  : nilai kadar pada lokasi  $(x_{i+h})$
- $h$  : vektor yang menyatakan jarak antar dua titik

Parameter kecocokan (*fitting*) merupakan hubungan antara variogram eksperimental dengan model variogram. Langkah yang dilakukan selanjutnya untuk mendapatkan hubungan antara kedua variogram tersebut adalah dengan melakukan pencocokan (*fitting*) yang disebut juga dengan analisis struktural. Menurut Isaaks dan Srivastava (1989) analisis struktural ini dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter *nugget effect* ( $C_0$ ), *sill* dan *range* ( $a$ ) yang selanjutnya digunakan untuk parameter dalam penaksiran metode geostatistik, penjelasannya adalah sebagai berikut :

1. *Nugget effect* ( $C_0$ ) adalah kondisi nilai variogram pada  $h=0$  adalah 0. Tetapi beberapa faktor seperti kesalahan dalam pengambilan sampel dan variabilitas yang tinggi pada jarak yang sangat dekat dapat menyebabkan nilai sampel yang dipisahkan pada jarak yang sangat berdekatan bisa sangat berbeda (Isaaks dan Srivastava, 1989). Pengaruh *nugget effect* terhadap keseragaman nilai bobot sampel yang besar akan menghasilkan bobot yang hampir sama pada semua sampel, sehingga hasil *kriging* sama dengan rata-rata yang biasa (Bargawa, 1999). Menurut Oliver (2014), terdapat korelasi positif antara rasio *nugget*

effect terhadap sill dengan variansi estimasi, bila nilai rasio *nugget effect* terhadap *sill* semakin besar maka nilai variansi estimasi juga menjadi besar.

2. *Sill* menurut Isaaks dan Srivastava (1989) merupakan kondisi stabil variogram yang mencapai *range*-nya.
3. *Range* menurut Isaaks dan Srivastava (1989) merupakan jarak dimana variogram mencapai puncak atau mencapai masa stabil. Dalam grafik variogram, *range* dinyatakan dengan simbol “a” yaitu jarak antara sumbu horizontal mulai dari titik nol sampai titik proyeksi perubahan variogram miring ke mendatar.



Sumber : Armstrong (1998)

Gambar 3.3

Variogram dan parameter *nugget effect*, *range*, dan *sill*

Adapun tiga model variogram teoritis yang secara luas digunakan dalam analisis struktural menurut Armstrong (1998) yaitu :

1. Model variogram *linear* didefinisikan dengan persamaan berikut :

$$\gamma(h) = |h| \dots \dots \dots (3.14)$$

2. Model variogram *spherical* didefinisikan dengan persamaan berikut :

$$\gamma(h) = \begin{cases} C \left[ \left( \frac{3h}{2a} \right) - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{a} \right) \right] + C_0, & \text{untuk } h < a \\ C + C_0 & \text{untuk } h \geq a \end{cases} \dots \dots \dots (3.15)$$

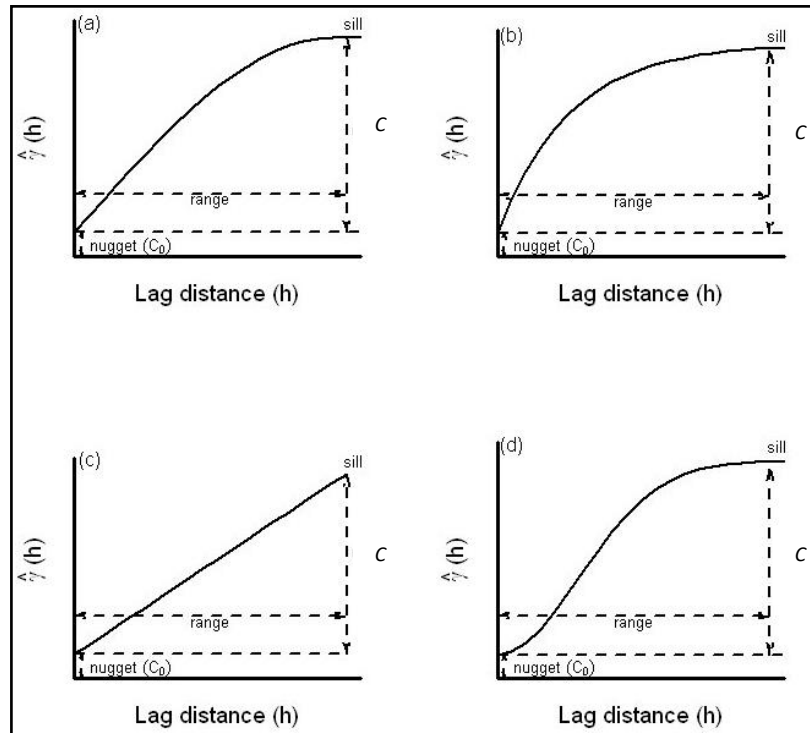
3. Model variogram *exponential* didefinisikan dengan persamaan berikut :



$$\gamma(h) = C \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{a}\right) \right] + C_0 \dots \dots \dots (3.16)$$

4. Model variogram *gaussian* didefinisikan dengan persamaan berikut:

$$\gamma(h) = C \left[ 1 - \exp\left(-\frac{h}{a}\right)^2 \right] + C_0 \dots \dots \dots (3.17)$$



Sumber : Armstrong (1998)

Gambar 3.4

Model variogram dengan *nugget effect* model (a) *spherical*, (b) *exponential*, (c) *linear* dan (d) *gaussian*

Keterangan :

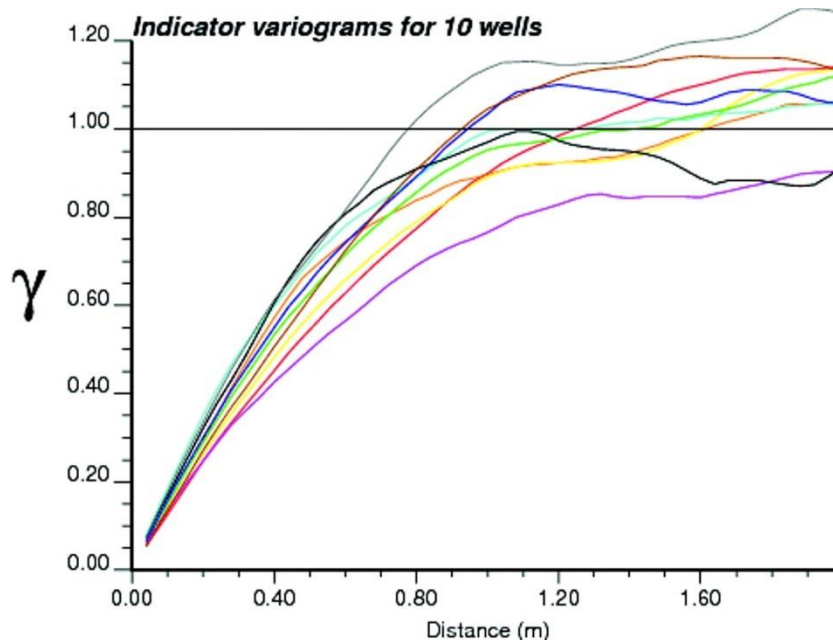
- $C_0$  : *nugget effect*
- $C$  : *partial sill*
- $C_0 + C$  : *sill*
- $h$  : jarak lokasi antar sampel

Variogram untuk indikator *kriging* digunakan sebagai teknik penaksiran yang tidak menggunakan asumsi distribusi normal dan tetap memperhitungkan kadar-kadar yang tinggi (Bargawa, 2017). Variogram indikator ini didasarkan pada konsep

probabilitas dan dikembangkan menjadi indikator data. Data diubah menjadi data indikator bernilai 0 (nol) dan 1 (satu) secara relatif terhadap kadar-kadar batas yang ditentukan. Notasi matematika untuk menjelaskan variogram indikator menurut Journel (1983) adalah suatu kadar  $Z(x)$  pada lokasi  $x$ , dengan  $x \in$  cebakan  $D$ , dengan mengasumsikan  $L$  kadar batas  $Z_c$ , maka setiap titik  $x \in D$  dinyatakan sebagai :

$$I_{[Z(x);Z_c]} = \begin{cases} 1 & \text{jika } Z(x) \leq Z_c \\ 0 & \text{jika } Z(x) \geq Z_c \end{cases} \dots\dots\dots(3.18)$$

Apabila dalam suatu populasi terdapat kadar  $Z(x)$  kurang dari  $Z_c$  maka kadar tersebut mempunyai nilai indikator 1 (satu) artinya probabilitas bukan bijih adalah 1 (satu). Menurut Journel (1983), apabila kadar lain yang bernilai tinggi dari kadar batas mempunyai nilai indikator 0 (nol) artinya probabilitas bukan bijih adalah 0 (nol).



Sumber : Guo dan Deutsch (2010)

Gambar 3.5  
Variogram indikator

$$\gamma_i^*(h) = \frac{\sum_{i=1}^n [I(x_i;Z_c) - I(x_i+h;Z_c)]^2}{2n(h)} \dots\dots\dots(3.19)$$

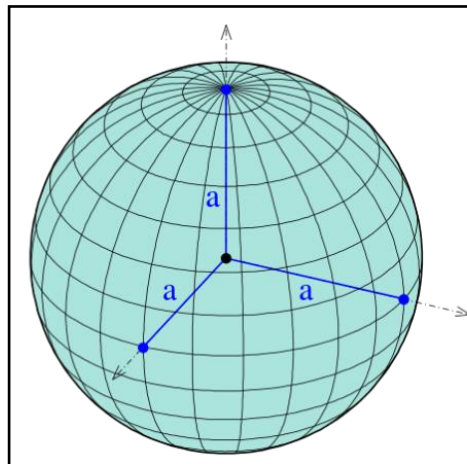
Keterangan :

- $\gamma_1^*(h)$  : variogram indikator  
 $n(h)$  : jumlah pasangan data  
 $h$  : jarak tertentu yang mempunyai fungsi vektor arah tertentu  
 $I(x_{i+h}; Zc)$  : nilai indikator kadar pada lokasi  $(x_{i+h})$   
 $I(x_i; Zc)$  : nilai indikator kadar pada lokasi  $(x_i)$

Variogram perlu ditentukan pada berbagai arah, karena  $h$  merupakan suatu vektor, sehingga suatu perubahan  $\gamma(h)$  sesuai dengan arah orientasinya akan memungkinkan munculnya bentuk anisotropi (Olea, 2009).

#### 1. Bentuk isotropi

Jika nilai variogram pada berbagai arah nilainya sama, maka dapat diartikan  $\gamma(h)$  merupakan suatu fungsi dari harga *absolute vector*  $h$  (Olea, 2009).



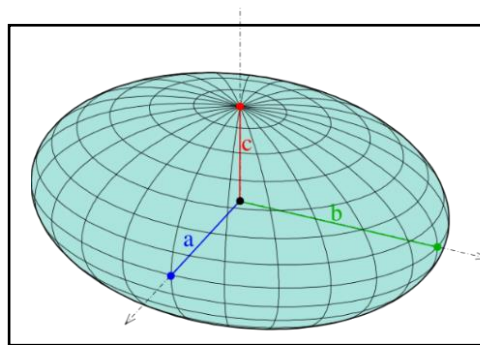
Sumber : Olea (2009)

Gambar 3.6

*Ellipsoid 3D* pada kondisi isotropi

#### 2. Bentuk Anisotropi

Bila pada beberapa  $\gamma(h)$  dengan arah yang berbeda mempunyai harga *sill* dan *nugget effect varian* yang sama, tetapi mempunyai *range* ( $a$ ) yang berbeda (Olea, 2009).



Sumber : Olea (2009)

Gambar 3.7

*Ellipsoid 3D* pada kondisi anisotropi

### 3.3. Prinsip Penaksiran

Prinsip penaksiran kadar dan ketebalan suatu cebakan bijih adalah melakukan interpolasi kadar dan ketebalan sampel dalam cebakan tersebut (Bargawa, 1999). Penaksiran kadar dilakukan terhadap titik yang belum diketahui nilai kadarnya. Dalam penelitian ini digunakan penaksiran atau pembobotan dengan teknik *Ordinary Kriging* (OK), *Multiple Indicator Kriging* (MIK), dan *Median Indicator Kriging* (Med IK).

#### 3.3.1. Teknik *Ordinary Kriging* (OK)

Teknik OK adalah salah satu metode yang terdapat pada teknik *kriging* yang sering digunakan pada geostatistika. Pada teknik ini, memiliki asumsi khas untuk penerapan yang mudah digunakan dari OK adalah dasar stasioneritas (*intrinsic stationarity*) dari bidang dan pengamatan yang cukup untuk mengestimasi variogram. Pada penaksiran OK, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah (Bargawa, 2017) :

$$\hat{Z} = \sum_{i=1}^n W_i \cdot Z(x_i) \dots \dots \dots (3.20)$$

Keterangan :

$\hat{Z}$  : kadar yang ditaksir

$W_i$  : bobot sampel, dimana  $\sum_{i=1}^n w_i = 1$

$Z(x_i)$  : kadar sampel

Menurut Bargawa (2017), secara umum prosedur teknik OK adalah sebagai berikut :

1. Hitung kovariansi sampel atau blok.
2. Untuk setiap titik atau blok lakukan langkah-langkah berikut :
  - a. Cari sampel-sampel atau lubang bor terdekat.
  - b. Hitung kovariansi antar sampel.
  - c. Hitung kovariansi sampel dan blok.
3. Pecahkan persamaan linier untuk mencari bobot.
4. Hitung taksiran kadar menggunakan teknik OK untuk titik atau blok.
5. Hitung variansi *kriging*.

Menurut Bargawa (2017), prosedur penaksiran untuk mencari nilai taksiran *kriging* teknik OK adalah mencari kovariansi antar sampel dengan sampel,  $C(i,j)$  serta kovariansi antara sampel dengan blok  $C(i,0)$  berdasarkan hubungan  $C(h) = C(0) - \gamma'(h)$  sehingga diperoleh persamaan kovariansi. Permasalahan penaksiran *kriging* adalah mencari nilai  $w_i$  dan  $\mu_i$ . Apabila ditulis dalam matriks diperoleh persamaan  $[A] \cdot [X] = [B]$ , sehingga  $[X] = [A]^{-1} \cdot [B]$ , dengan:

Elemen matriks

$[A] [X] = [B]$  , dimana :

$$[A] = \begin{bmatrix} C_{1,1} & C_{1,2} & C_{1,3} & 1 \\ C_{2,1} & C_{2,2} & C_{2,3} & 1 \\ C_{3,1} & C_{3,2} & C_{3,3} & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad [X] = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \mu \end{bmatrix} \quad [B] = \begin{bmatrix} C_{01} \\ C_{02} \\ C_{03} \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots(3.21)$$

$$[X] = [A]^{-1} [B]$$

Dari persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi persamaan sebagai berikut :

$$\sum_i^n w_i \cdot C(i,j) + \mu = C(i,0) \quad \dots\dots\dots(3.22)$$

Keterangan :

$[A]$  : Matriks kovariansi antar sampel atau data ( $C_{i,j}$ )

$[X]$  : Matriks bobot

- [B] : Matrik kovariansi antara titik yang ditaksir dari sampel ( $C_{i0}$ )
- $C(i,j)$  : kovariansi antara sampel dengan sampel
- $\mu$  : pengali *Lagrange*
- $C(i,0)$  : kovariansi antara sampel dengan blok
- $C(0)$  : kovariansi nol, nilainya sama dengan harga *sill*

Menurut Bargawa (2017), variansi *kriging* merupakan fungsi konfigurasi titik sampel dan korelasi spasial. Hubungan antara variogram dan kadar sampel yang dipakai dalam penaksiran direpresentasikan pada model variogram. Variansi *kriging* yang dihitung dengan persamaan berikut :

$$\sigma^2 OK = C_{(0)} - [\sum(w_i - C_{ij}) + \mu] \dots \dots \dots (3.23)$$

Untuk menghitung taksiran kadar atau ketebalan di titik  $X_0$  dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Bargawa, 2017):

$$\hat{Z}(x_0) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot Z(x_i) , \text{ dimana } \sum_{i=1}^n w_i = 1 \dots \dots \dots (3.24)$$

**3.3.2. Teknik *Multiple Indicator Kriging* (MIK)**

Teknik MIK berfungsi untuk mengolah data yang bervariasi tanpa memotong nilai (kadar) yang tinggi atau transformasi non-linier, dan memperkirakan distribusi lokal disetiap zona yang tidak teridentifikasi untuk memberikan taksiran (Journel, 1983). Menurut Journel (1983), data  $Z(x)$  dipertimbangkan dalam transformasi biner dalam *domain* stasioner A yang dipilih, berdasarkan kadar batas (*cut off*)  $Z_c$  yang ditentukan. Menurut Journel (1983), seringkali kadar batas dipilih antara  $K = 7$  dan  $K = 15$ . Hal ini mendiskreditkan kisaran variabilitas berkelanjutan Z. Menurut Journel (1983), pertimbangan variabel acak  $Z(x)$  di lokasi (x) dalam domain stasioner A yang dapat dijelaskan dalam persamaan berikut :

$$\hat{I}_{[Z(x);Z_c]} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot I_{[Z(x);Z_c]} \text{ dimana,}$$

$$I_{[Z(x);Z_c]} = \begin{cases} 1 & \text{jika } Z(x) \leq Z_c \\ 0 & \text{jika } Z(x) \geq Z_c \end{cases} , k = 1 \dots, K, x \in A \dots \dots \dots (3.25)$$

Menurut Journel (1983), distribusi global sebelumnya pada kadar batas K dapat diperkirakan dengan rata-rata tertimbang data indikator :

$$F_{(Z_c)} = \sum_{a=1}^n W_{ai} (x_i; Z_c), k = 1, \dots, K \dots \dots \dots (3.26)$$

Keterangan :

- $Z_c$  = kadar batas
- $K$  = banyaknya kadar batas
- $Z_c$  = variabel acak
- $W_a$  = bobot disetiap kadar batas ( $x_i; Z_c$ )

Beberapa syarat penting yang perlu dipertimbangkan sebelum menerapkan MIK adalah (Journel, 1983):

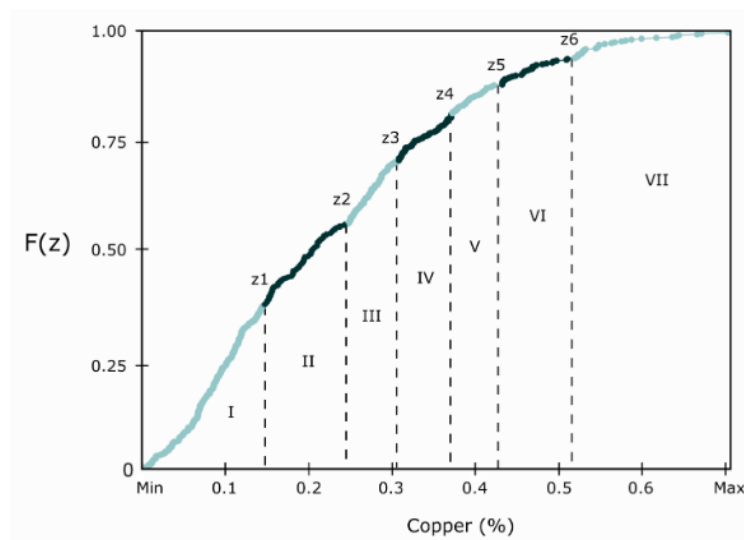
1. *Domain* harus sesuai dengan transisi yang dikelola domain lain.
2. Nilai pencilan (*outlier*) harus dimasukkan, karena teknik MIK cocok terhadap pencilan daripada kebanyakan teknik.
3. Data harus dikompositkan untuk menghilangkan variansi tinggi dengan mempertahankan variabilitas skala pendek.
4. Bobot yang sesuai harus dihitung untuk distribusi global yang representatif.

Memilih kadar batas adalah langkah pertama dari beberapa indikator. Jumlah kadar batas biasanya dipilih antara 7 hingga 15. Menurut Journel (1983), beberapa kriteria untuk memilih kadar batas meliputi:

1. Dimulai dengan 9 (sembilan) kadar batas yang mendefinisikan persentil dari distribusi data.
2. Hapus beberapa kadar batas rendah dan tambahkan beberapa kadar batas tinggi untuk menentukan jumlah logam yang kira-kira sama kelasnya
3. Pindahkan kadar batas sehingga cocok dengan nilai batas yang ditentukan
4. *Interval* harus memiliki data yang cukup untuk estimasi akurat, mungkin minimal 4% hingga 5% dari data.

Menurut Journel (1983), variogram untuk data indikator harus berbeda dari satu kadar batas ke kadar batas berikutnya. Kadar batas tambahan mungkin diperlukan jika variogram indikator berubah tiba-tiba. Nilai dari kadar batas tersebut

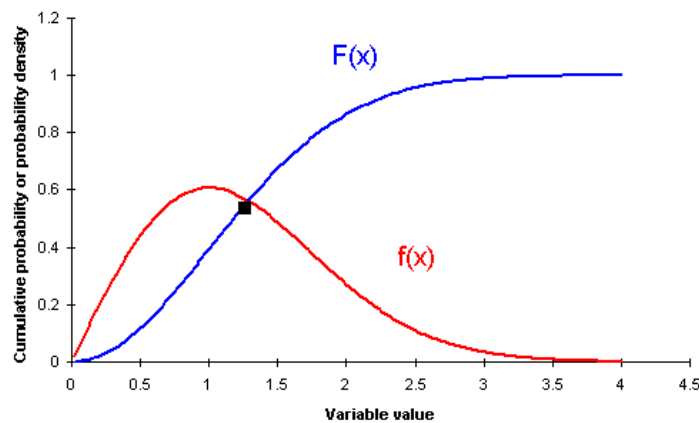
menunjukkan kurva distribusi densitas kumulatif atau *Cumulative density function* (CDF). Gambar 3.8 merangkum kadar batas dan kelas yang dihasilkan pada deposit tembaga. Variogram indikator berhubungan dengan variabel berkelanjutan. Transisi antara variogram indikator diharapkan sesuai pada variansi, anisotropi, dan rentang (*range*). Untuk memeriksa transisi ini dari satu indikator ke indikator berikutnya, *range*, *nugget effect*, dan anisotropi dapat diplot dengan nilai kadar batas.



Sumber : Journal (1983)

Gambar 3.8

Kurva CDF dari deposit tembaga dan kadar batas terpilih



Sumber : Journal (1983)

Gambar 3.9

Kurva *probability density function* (PDF)



Langkah selanjutnya membuat kurva distribusi probabilitas atau *probability density function* (PDF). Kurva PDF merupakan suatu fungsi yang sering digunakan dalam teori statistika untuk menjelaskan perilaku distribusi probabilitas teoritis (Journel, 1983). Kurva PDF dapat dilihat pada Gambar 3.9.

Menurut Deutsch (1998), setelah mengisi setiap distribusi lokal, dimungkinkan untuk memperoleh statistik yang diinginkan. Ini termasuk rata-rata, variansi, ukuran ketidakpastian lainnya, dan probabilitas untuk berada di atas batas. Untuk menghitung statistik ini, prosedurnya adalah mengekstraksi L kuantil dari masing-masing diisi dengan distribusi non-parametrik yang dapat dijelaskan pada persamaan di bawah ini.

$$Z_{(x;1)} = \frac{l}{L+1}, \quad l = 1, \dots, L, \quad x \in A \dots \dots \dots (3.27)$$

Nilai rata-rata *e-type* yang diharapkan akan baik, berikut adalah persamaan yang direkomendasikan di setiap lokasi (Deutsch, 1998):

$$m(x) = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L Z(x; 1), \quad x \in A \dots \dots \dots (3.28)$$

Dengan variansi sebagai berikut (Deutsch, 1998):

$$\sigma^2 = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L (Z(x; 1) - m(x))^2, \quad x \in A \dots \dots \dots (3.29)$$

### 3.3.3. Teknik Median Indicator Kriging (Med IK)

Teknik *median indicator kriging* (Med IK) menurut Journel (1988), merupakan teknik sederhana dari teknik *multiple indicator kriging* yang membagi kadar batas berdasarkan persentil dari sampel data, mengambil nilai tengah atau *median* dari sampel yang digunakan. Model semivariogram dari kadar batas *median* dapat mewakili keseluruhan data. Tujuan dari teknik Med IK adalah untuk memisahkan data yang digunakan (data yang dianggap prospek atau *waste*) berdasarkan kadar batas. Tahapan teknik Med IK yang pertama dilakukan yaitu memisahkan data yang berkadar rendah dan tinggi menggunakan kadar batas sehingga dapat dibedakan material yang dianggap bijih dan *waste*, selanjutnya tahapan kedua yaitu melakukan penaksiran kadar bijih.

Menurut Journel (1983), nilai probabilitas sama dengan satu apabila mempunyai nilai indikator 1 (satu) dan nilai probabilitas sama dengan 0 (nol) jika nilai indikator 0 (nol). Biasanya pendekatan matematika yang digunakan adalah :

$$I_{[Z(x);Zc]} = \begin{cases} 1 & \text{jika } Z(x) \leq Zc \\ 0 & \text{jika } Z(x) \geq Zc \end{cases} \dots\dots\dots(3.30)$$

dimana  $Z(x)$  adalah nilai yang diketahui pada lokasi  $x$ . Oleh karena itu, data sampel dirubah menjadi variabel-variabel baru, dimana masing-masing memiliki nilai 0 dan 1. Proporsi ( $P$ ) dari variabel  $Z(x)$  dibawah nilai kadar batas  $Zc$  dalam suatu area adalah sama (Journel,1983).

$$P(A; Zc) = 1/A \int_A i(Zx_i; Zc) dx \dots\dots\dots(3.31)$$

Dengan persamaan di atas, akan sangat mudah dalam menghitung nilai proposi sebuah variabel bernilai diatas nilai kadar batas ( $Zc$ ) seperti persamaan di bawah (Journel,1983) :

$$Proportion Z(x) > Zc = 1 - P(A; Zc) \dots\dots\dots(3.32)$$

Nilai proporsi dapat diestimasi dari jumlah data ( $n$ ) dari sampel data pada kadar batas  $Zc$  dengan persamaan (Journel,1983):

$$P * (A; Zc) = 1/n \sum_{i=1}^n i(Zx_i; Zc) \dots\dots\dots(3.33)$$

Dengan kata lain, variabel indikator merupakan sebuah persamaan aritmatik sederhana. Sayangnya, secara spasial, data yang sudah dikelompokkan (0 dan 1) tidak boleh diperlakukan sebagai data yang bebas (*independent*); oleh karena itu, data tersebut harus dibobotkan sesuai lokasinya, dan berdasarkan keadaan kontinuitas spasial dari nilai kadar sampel pada lokasi tersebut  $Z(x)$ , yang ditunjukkan oleh persamaan (Journel,1983):

$$P * (A; Zc) = \sum_{i=1}^n w_i (Zc) i(Zx_i; Zc) \dots\dots\dots(3.34)$$

dengan  $n$  menjadi bobot dalam  $w_i(Zc)$

Journel (1983) mengusulkan bahwa bobot  $\lambda_i$  dihitung dari suatu “sistem *kriging* sederhana”, melalui persamaan  $[i(x_i; Zc) - F^*(Zc)]$  dimana  $F^*(Zc)$  merupakan sebuah estimasi tak bias dari frekuensi  $F(Zc)$  Persamaan  $F(Zc)$  :

$$F(Zc) = E[P(A; Zc)] \dots\dots\dots(3.35)$$

Jika data tidak dikelompokkan secara spasial, nilai estimasi dari  $F^* Zc$  dapat dihitung dari analisis *histogram* keseluruhan sampel data. Pemisahan kelompok data adalah sebuah cara lain untuk mengestimasi nilai  $F(Zc)$ . Dengan demikian, *kriging* dapat mengestimasi menggunakan nilai residu  $[P(A; Zc) - F^*(Zc)]$ , dengan persamaan (Journel,1983):

$$P * (A; Zc) - F * (Zc) = \sum_{i=1}^n w_i (Zc) [i(Zx_i; Zc) - F * (Zc) \dots\dots\dots(3.36)$$

$w_i (Zc)$  adalah bobot kadar batas ( $Zc$ ). Formula *kriging* estimator ini berbeda dengan formula *ordinary kriging* yang tidak melakukan pembobotan sama dengan 1. Dengan melakukan penurunan persamaan (Journel,1983) :

$$P * (A; Zc) - F * (Zc) = \sum_{i=1}^n w_i (Zc) i(Zx_i; Zc) + [1 - \sum_{i=1}^n w_i (Zc)] F * (Zc) \dots\dots(3.37)$$

Persamaan sistem *kriging* sederhana dinyatakan sebagai berikut (Journel,1983):

$$\sum_{i=1}^n \lambda_m (Z) \rho_i(x_m - x_i; Zc) = \bar{\rho}(x_i; A; Zc) ; \text{ dengan } k = 1 \text{ sampai } n \dots\dots\dots(3.38)$$

Kondisi  $\rho_i(x_m - x_i; Zc)$  adalah nilai fungsi korelogram indikator dengan  $(x_m - x_i;)$  senagai jarak pada kadar batas  $Zc$ , dan kondisi dimana  $\bar{\rho}(x_i; A; Zc)$  adalah nilai rata-rata fungsi korelogram indikator antara lokasi  $x_k$  dan model blok yang akan di estimasi (A) pada kadar batas  $Zc$ . Fungsi ini disederhanakan dari persamaan berikut (Journel,1983):

$$\rho_i(h; Zc) = 1 = \gamma_i(h; Zc)/VAR i(Zx_i; Zc) \dots\dots\dots(3.39)$$

$$VAR i(x_i; Zc) = F(Zc) - F(Zc)^2 = * Zc - F * (Zc)^2 \dots\dots\dots(3.40)$$

Sistem dari persamaan di atas dinyatakan dalam fungsi korelogram dan bukan sebagai fungsi semivariogram untuk mempermudah dalam menyelesaikan pembobotan.

Dengan kata lain dari semua persamaan di atas, penggunaan kadar batas sama dengan menghitung, membuat grafik, dan memodelkan semivariogram dari kadar batas. Menghitung semivariogram dengan  $Z_c > 1$  dapat diselesaikan dengan komputasi (*programming*) setelah memasukan persamaan-persamaan diatas. Teknik *kriging* membutuhkan solusi dari sistem persamaan kadar batas; karena banyak teknik *kriging* digunakan untuk mencari nilai sampel terdekat terhadap model blok yang akan diestimasi. Semua persamaan kadar batas harus digunakan dan diselesaikan setiap pencarian nilai sampel.

Probabilitas estimasi linier dari nilai kadar batas ( $Z_c$ ) memungkinkan kita untuk menginterpolasikan berbagai macam peta taksiran. Untuk setiap kadar batas, kita dapat melakukan interpolasi taksiran probabilitas yang tidak melebihi nilai kadar batas ( $P * (A; Z_c)$ ), atau taksiran probabilitas melebihi  $Z_c : 1 - P * (A; Z_c)$ . Nilai rata-rata estimasi dapat dihitung dengan persamaan (Journel,1983) :

$$q * (a; 0) = \sum_{i=1}^{Z_c} Zx_i \{P * (A; Z_c + 1) - P * (A; Z_c)\} \dots\dots\dots(3.41)$$

Dimana nilai  $Z_i$  merupakan nilai tengah dari *interval* [ $Z_i; Z_c + 1$ ]. Nilai tengah bias dinyatakan sama dengan [ $Z_i; Z_c + 1$ ]/2. Untuk menghitung nilai volume taksiran kurang dari kadar batas  $Z_i$  atau  $Z_c' < Z_c$  dibutuhkan persamaan (Journel,1983) :

$$q * (A; Z_c) = \sum_{i=1}^{Z_c'} Z_i \{P * (A; Z_c) - P * (A; Z_c - 1)\} \dots\dots\dots(3.42)$$

Sedangkan untuk menghitung volume taksiran lebih dari kadar  $Z_i$  atau  $Z_c' > Z_c$  dibutuhkan persamaan (Journel,1983) :

$$q * (A; Z_c) = \sum_{i=Z_c}^{Z_c'} Z_i \{P * (A; Z_c + 1) - P * (A; Z_c)\} \dots\dots\dots(3.43)$$

Keterangan :

- $Z(x_i)$  : nilai kadar sampel di lokasi- $x_i$
- $Z_c$  : nilai kadar batas (*discriminator*)
- $I_{(Zx_i; Zc)}$  : nilai kadar di lokasi  $x_i$
- $\hat{I}_{(Zx_i; Zc)}$  : nilai taksiran indikator *kriging*
- $\sum_{i=1}^n w_i$  : bobot sampel ke- $i$

- $P$  : proporsi nilai kadar sampel di lokasi-  $x_i$   
 $A$  : model blok yang akan diestimasi  
 $F(Zc)$  : frekuensi pada kadar batas  
 $F^*(Zc)$  : nilai estimasi tak bias dari frekuensi  $F(Zc)$   
 $[P(A;Zc) - F^*(Zc)]$  : nilai residu  
 $w_i(Zc)$  : bobot kadar batas ( $Zc$ )  
 $\rho_i(x_m - x_i; Zc)$  : nilai fungsi korelogram indikator  
 $\bar{\rho}(x_i; A; Zc)$  : nilai rata-rata fungsi korelogram indikator antara lokasi  $x_i$  dan model blok yang akan diestimasi ( $A$ )  
 $q * (A; Zc)$  : Nilai volume taksiran

Hasil taksiran dari teknik *indicator kriging* (IK) yang dijalankan berdasarkan prinsip *ordinary kriging* yang disebut dengan istilah *ordinary indicator kriging* didapat dari persamaan sebagai berikut (Journel,1983):

$$\hat{I}_{[Z(x);Zc]} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot I_{(x_i;Zc)} \dots\dots\dots(3.44)$$

Keterangan :

- $Z(x_i)$  = nilai kadar sampel di lokasi- $x_i$   
 $Zc$  = nilai kadar batas (*discriminator*)  
 $I_{(x_i; Zc)}$  = nilai dari kadar di lokasi- $x_i$   
 $\hat{I}_{(x_i; Zc)}$  = nilai taksiran *kriging*  
 $\sum_{i=1}^n w_i$  = bobot sampel ke- $i$

### 3.4. Keakuratan Teknik Penaksiran

Keakuratan suatu teknik penaksiran sumberdaya yang diterapkan pada suatu model merupakan suatu hal sangat penting dalam eksplorasi mineral. Hal ini berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas suatu sumberdaya. Penentuan keakuratan hasil estimasi dapat melalui beberapa metode validasi diantaranya validasi silang (*cross validation*), kurva probabilitas kumulatif, dan visualisasi *trend* sayatan 2 dimensi.

### **3.4.1. Validasi Silang (*Cross Validation*)**

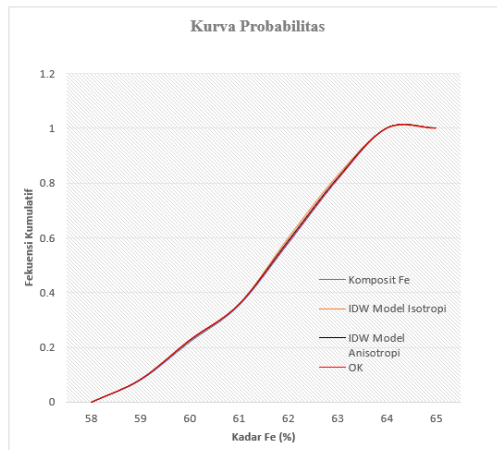
Menurut Isaaks dan Srivastava (1989), menilai tingkat keakuratan hasil penaksiran dilakukan dengan menggunakan *cross validation*. Metode ini berfungsi untuk menganalisis distribusi dari dua variabel tetapi terletak pada lokasi yang sama untuk mengetahui hubungan antar variabel. Proses *cross validation* dilakukan dengan cara mengambil salah satu data sampel secara bergantian dari kelompok data dalam proses penaksiran. Ketika estimasi dilakukan, maka nilai hasil estimasi dapat dibandingkan dengan nilai data nyata dari lokasi sampel yang telah dikeluarkan dari kelompok data. Menurut Purnomo (2016), Selisih antara nilai data sampel dengan nilai hasil estimasi merupakan nilai kesalahan di titik tertentu.

Parameter *cross validation* yang digunakan sebagai tingkat keakuratan antara hasil penaksiran yaitu nilai kesalahan *root mean squared error* (RMSE), Koefisien determinasi, dan koefisien korelasi (Isaaks dan Srivastava, 1989). Pada penelitian ini, parameter *crossvalidation* dianggap memiliki presisi yang baik jika memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. *Root mean squared error* (RMSE), nilai RMSE kecil (mendekati nol)
2. Koefisien *determination* ( $r^2$ ) berkisar  $0 < r^2 < 1$ , mendekati angka satu yang menunjukkan ukuran ketepatan garis regresi dari hasil estimasi terhadap data sebenarnya.
3. Koefisien korelasi ( $r$ ) merupakan parameter hubungan antara dua perubah (variabel) dengan nilai berkisar  $-1 \leq r \leq +1$ .

### **3.4.2. Kurva Probabilitas**

Pada tahap ini dilakukan analisis model atau hasil penaksiran terhadap data komposit. Pengujian dilakukan dengan cara membuat kurva probabilitas dari data komposit yang digunakan dalam penaksiran dan membandingkan secara visual dengan kurva probabilitas dari taksiran kadar blok model masing-masing teknik penaksiran yang digunakan (Bargawa, 2019).



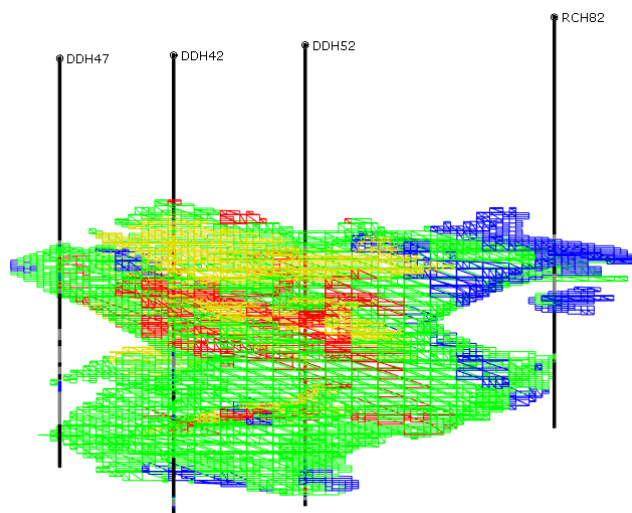
Sumber : Bargawa (2019)

Gambar 3.10

Kurva probabilitas kumulatif komposit dan masing-masing teknik penaksiran

Kurva model dan komposit menunjukkan kondisi takbias apabila rata-rata kadar taksiran model sama dengan kadar komposit, sedangkan bias diindikasikan dengan adanya pergeseran kurva teknik penaksiran terhadap kompositnya. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.10, menunjukkan kurva dari semua teknik berhimpit ketat dengan komposit, artinya pada dasarnya semua teknik estimasi baik IDW maupun OK cukup akurat digunakan.

### 3.4.3. Visualisasi *Trend* Sayatan 2 Dimensi



Sumber : Software micromine 2020

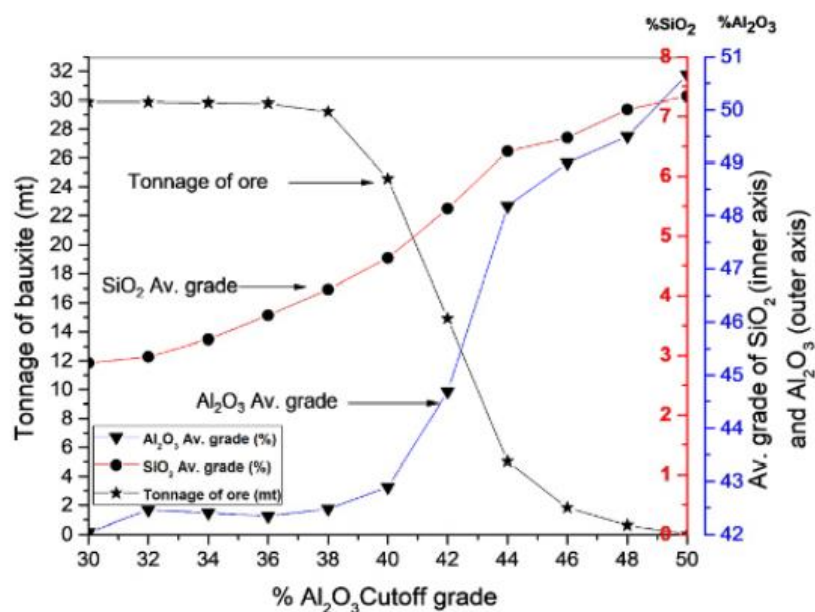
Gambar 3.11

Contoh visualisasi *trend* sayatan hasil penaksiran sumberdaya bijih besi

Visualisasi *trend* 2 dimensi dilakukan dengan cara *overlay* hasil estimasi kadar di dalam blok model dengan kadar dari data komposit dalam bentuk penampang. Visualisasi *trend* 2 dimensi ini akan membandingkan pada koordinat yang sama dengan koordinat titik pengeboran sehingga diketahui perbedaan antara warna data komposit dengan data hasil penaksiran (Bargawa, 2019). Contoh visualisasi sayatan 2 dimensi dapat dilihat pada Gambar 3.11.

### 3.4.4. Kurva Hubungan Kadar dan Tonase

Kurva hubungan kadar dan tonase (*grade-tonnage relationship*) memberikan interpretasi penting mengenai gambaran inventori dari sumberdaya mineral yang mendukung pada pengambilan keputusan perencanaan tambang (Sarkar, 1988). Hal ini merupakan analisis penting pada penaksiran sumberdaya mineral pada kadar batas tertentu (Sarkar, 2005). Menurut Sarkar (2014), Jika kadar batas semakin rendah maka tonase akan semakin tinggi, dan sebaliknya jika kadar batas semakin tinggi maka tonase akan semakin rendah. Kurva hubungan kadar dan tonase ini dapat digunakan sebagai indikator kualitas dan kuantitas sumberdaya mineral sesuai dengan kadar batas (*cut off grade*) dari perusahaan tambang (Bahera, 2019).



Sumber : Bahera (2019)

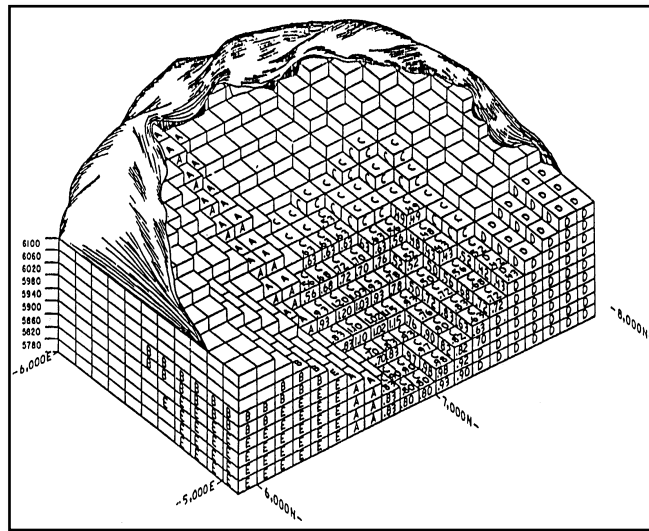
Gambar 3.12

Kurva hubungan tonase dan kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan SiO<sub>2</sub>



### 3.5. Konsep Permodelan Sumberdaya Mineral menggunakan Blok Model

Permodelan dan penaksiran sumberdaya mineral menggunakan komputer didasarkan pada kerangka model blok. Ukuran blok merupakan fungsi geometri mineralisasi di daerah telitian dan sistem penambangan yang akan digunakan. Sketsa model blok 3D dapat dilihat pada Gambar 3.13.



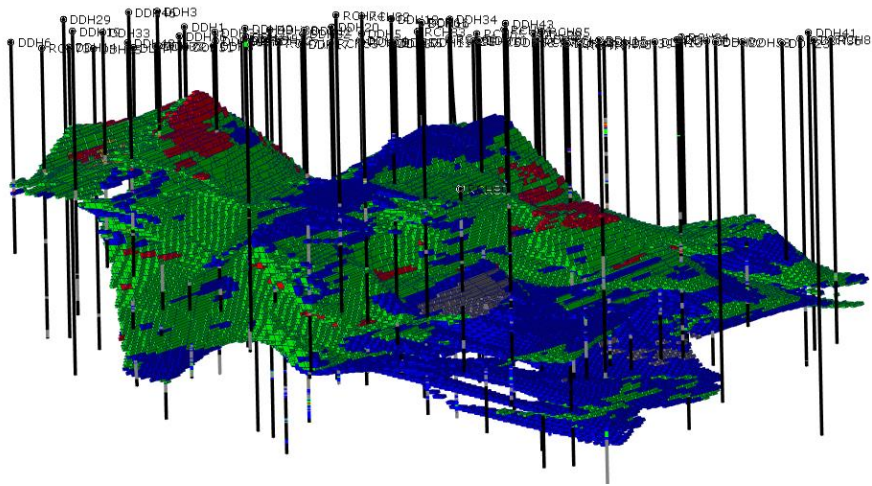
Sumber : Hustrulid dan kuchta (1995)

Gambar 3.13

Model blok 3 (tiga) dimensi

Biasanya permodelan sumberdaya mempunyai batas koordinat: ke arah utara misal 0N – 1300N, ke arah timur misal 150E – 600E, dan ketinggian misal 1075m – 1400m. Gambar 3.14 merupakan contoh ukuran blok (10m X 2m X 5m) berturut-turut ke arah utara, timur dan vertikal sebagai satuan penambangan terkecil (*smallest mining unit*) yang dibuat pada *software micromine 2020*.

Peubah (*variable*) yang diperlukan untuk permodelan yaitu topografi daerah penelitian, informasi geologi, kadar mineral, jenis batuan (*rock*), massa jenis (*density*), persentase blok sebagai bagian bijih (% *ore*), tonase setiap blok, jumlah minimum komposit. Model cadangan bijih menjadi akurat apabila mewakili kondisi geologi dan karakter dari mineralisasi. Zone geologi yang berbeda harus dimodelkan secara akurat (Hustrulid dan Kuchta, 1995)



Sumber : Software micromine 2020

Gambar 3.14

Contoh blok model 3 (tiga) dimensi beserta atribut (*properties*) grade pada software micromine 2020

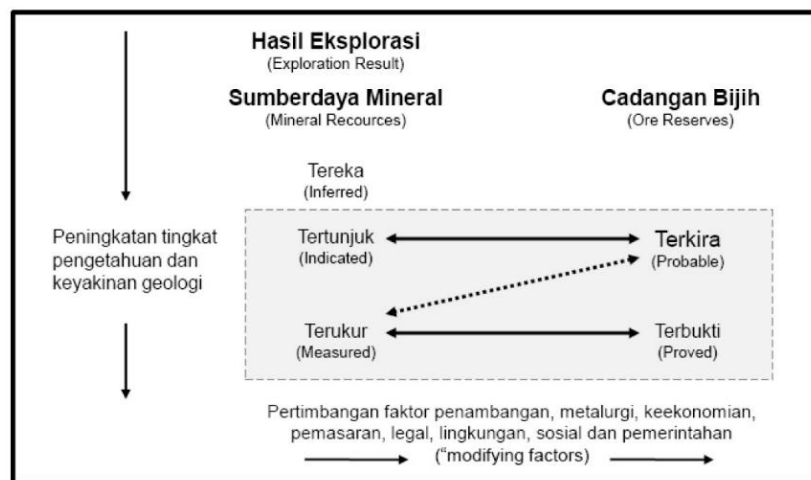
### 3.6. Klasifikasi Sumberdaya Mineral

Menurut KODE-KCMI (2011), klasifikasi sumberdaya mineral dilakukan berdasarkan hubungan antara hasil eksplorasi, sumberdaya mineral dan cadangan bijih seperti Gambar 3.15. Berdasarkan klasifikasi ini, sumberdaya mineral terbagi menjadi 3 kategori yaitu sumberdaya mineral terka (*inferred*), tertunjuk (*indicated*), dan terukur (*measured*).

Sumberdaya mineral terukur merupakan bagian dari sumberdaya mineral dimana kuantitas, kadar atau kualitas, kerapatan, bentuk, karakteristik fisiknya dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan yang memadai (KODE-KCMI, 2011). Sumberdaya mineral tertunjuk merupakan bagian dari sumberdaya mineral dimana kualitas, kadar atau kualitas, kerapatan, bentuk, dan karakteristik fisiknya dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan yang cukup (KODE-KCMI, 2011). Sumberdaya mineral terka merupakan bagian dari sumberdaya mineral dimana kuantitas dan kualitas kadarnya diestimasi berdasarkan bukti-bukti geologi dan pengambilan sampel yang terbatas, tingkat keyakinannya paling rendah (KODE-KCMI, 2011). Nilai yang digunakan untuk klasifikasi sumberdaya mineral dan

batubara menurut KODE-KCMI (2011) adalah variansi *kriging*, jarak rata-rata taksiran (*average distance*), *kriging error* (KE), dan *slope regression*.

Klasifikasi sumberdaya mineral dan cadangan bijih dikelompokkan berdasarkan dua kriteria yang menjadi dasar klasifikasi yaitu keyakinan terhadap kondisi geologi dan peningkatan tingkat pengetahuan (kelayakan tambang). Sumberdaya mineral dengan tingkat keyakinan geologi yang paling tinggi masuk dalam klasifikasi sumberdaya terukur. Klasifikasi dengan tingkat keyakinan geologi paling rendah masuk ke dalam klasifikasi sumberdaya tereka.



Sumber : KODE-KCMI (2011)

Gambar 3.15

### Hubungan antara hasil eksplorasi, sumberdaya mineral dan cadangan bijih

Klasifikasi sumberdaya mineral dapat ditingkatkan menjadi cadangan bila memenuhi syarat faktor pengubah (*modifying factor*) seperti penambangan, pengolahan atau pemurnian, ekonomi, teknologi pertambangan, pemasaran, lingkungan, sosial, dan peraturan pemerintah yang digunakan sebagai bahan pertimbangan. Namun jika tidak memenuhi syarat tersebut akan tetap menjadi sumberdaya mineral.

Dalam penelitian ini, klasifikasi sumberdaya bauksit akan menggunakan nilai jarak rata-rata antar sampel (*average distance*) yang kemudian akan dianalisis menggunakan tabulasi jarak rata-rata taksiran dan dikelompokkan menjadi tiga

kategori, sumberdaya *measured, indicated, inferred* yang diolah secara otomatis menggunakan *software micromine 2020* sesuai dengan *filter* yang telah dibuat.

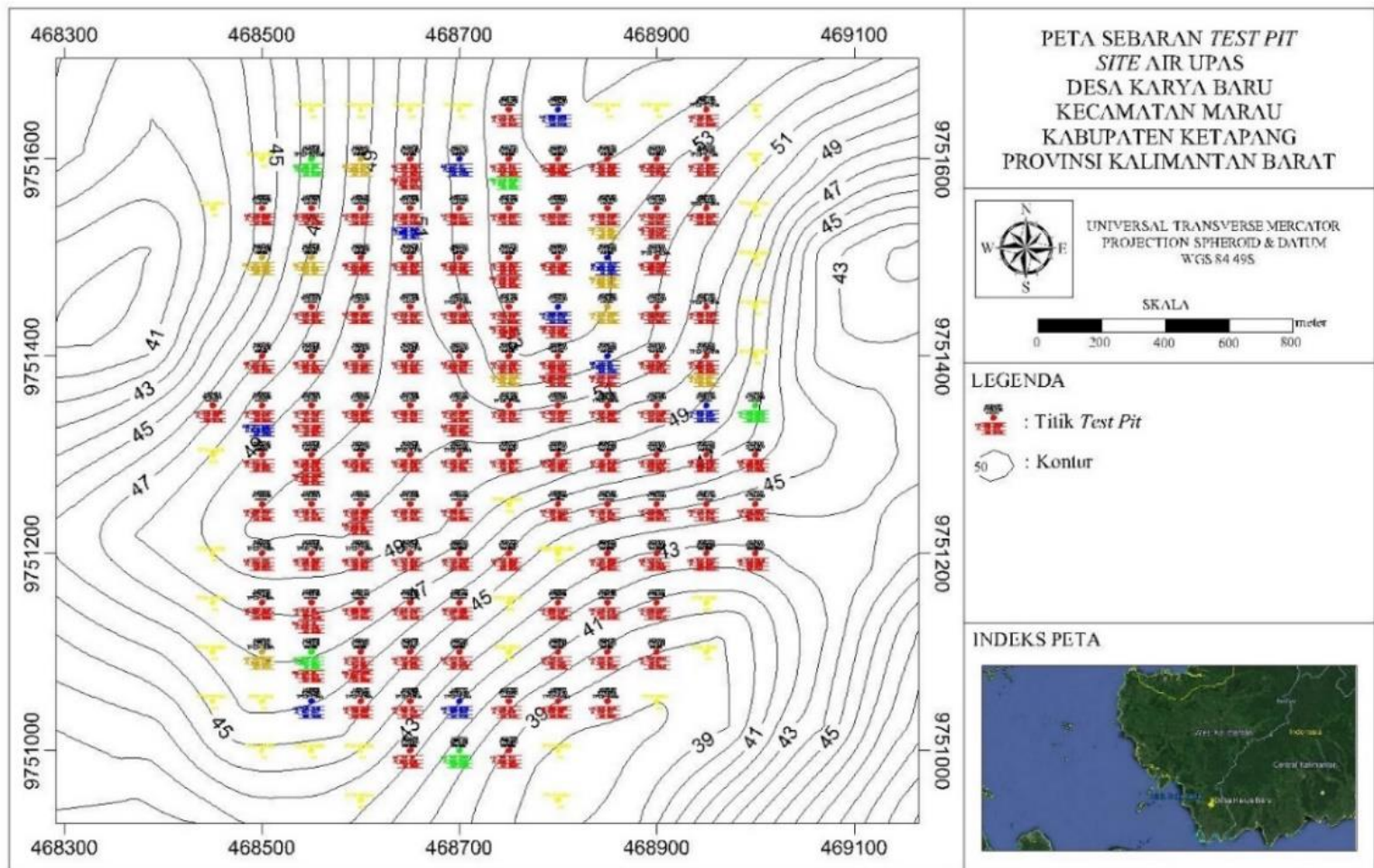
## **BAB IV HASIL PENELITIAN**

### **4.1. Basis Data**

Basis data adalah keseluruhan data yang diperoleh dari kegiatan eksplorasi dan data kadar hasil analisis laboratorium dari sampel sumur uji. Data tersebut terdiri dari nama sumur uji (*hole id*), koordinat (*easting, northing, elevation*), maksimal kedalaman sumur uji, *interval* kedalaman sumur uji (*depth from-to*), litologi, kemiringan sumur uji, dan kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Basis data tersebut akan dibagi menjadi 4 (empat) yaitu *collar, survey, geology, dan assay*. Tabulasi basis data *collar, survey, geology, dan assay* dapat dilihat pada Lampiran G sampai Lampiran J.

Langkah selanjutnya adalah melakukan cek dan koreksi data untuk memastikan data dalam keadaan *valid*, dapat diandalkan (*reliable*) dan konsisten. Kegiatan tersebut meliputi pemeriksaan terhadap seluruh data hasil eksplorasi dan data geologi. Jumlah seluruh sumur uji di daerah penelitian adalah 119 titik dengan 236 data *assay*, kedalaman maksimal pengeboran sedalam 6,4 meter dengan jarak rata-rata antar titik sumur uji 50 meter. Peta sebaran sumur uji dapat dilihat pada Gambar 4.1. Koreksi data akan dilakukan di aplikasi *micromine 2020* untuk mengkoreksi kesalahan data pada basis data (*collar, survey, geology, dan assay*), dan memastikan basis data tersebut dapat dikatakan *valid* dan konsisten.

Basis data *assay* diproses menggunakan aplikasi *micromine 2020* yang akan menjadi basis data komposit, kemudian data dikelompokkan menjadi satu kelompok data  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan ketebalan maksimal 1 meter. Untuk data sumur uji yang hanya memiliki 1 (satu) data *assay* tidak perlu dikompositkan. Basis data komposit akan digunakan untuk basis data secara tiga dimensi. Tabulasi basis data komposit dapat dilihat pada Lampiran K.



Gambar 4.1  
Peta sebaran sumur uji daerah penelitian

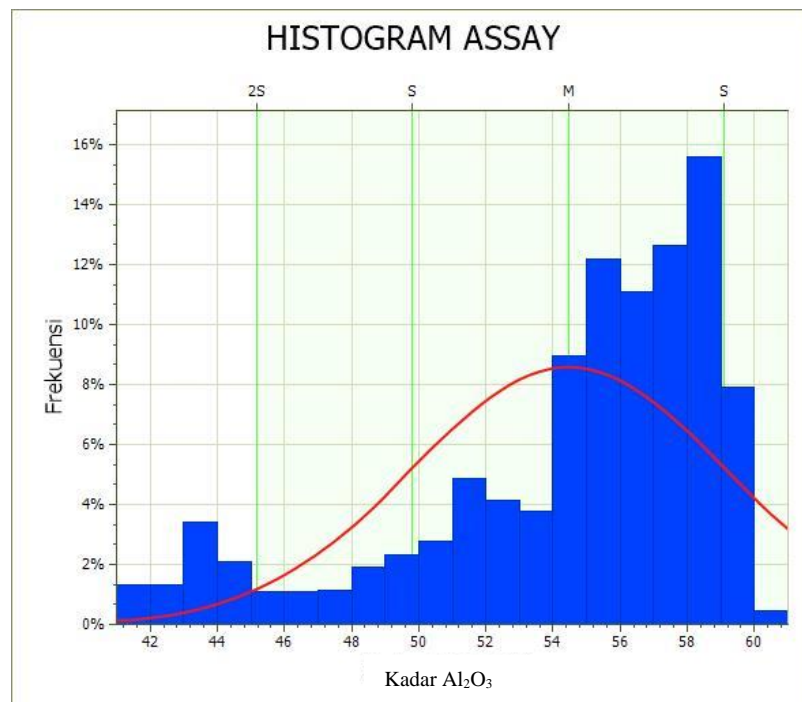
## 4.2. Analisis Statistik

Analisis statistik dilakukan terhadap data *assay* dan komposit. Analisis ini berfungsi untuk mengetahui karakteristik antar data. Karakteristik antar data tersebut akan digunakan untuk analisis terhadap teknik penaksiran (OK, MIK, dan Med IK). Hasil analisis statistik dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1

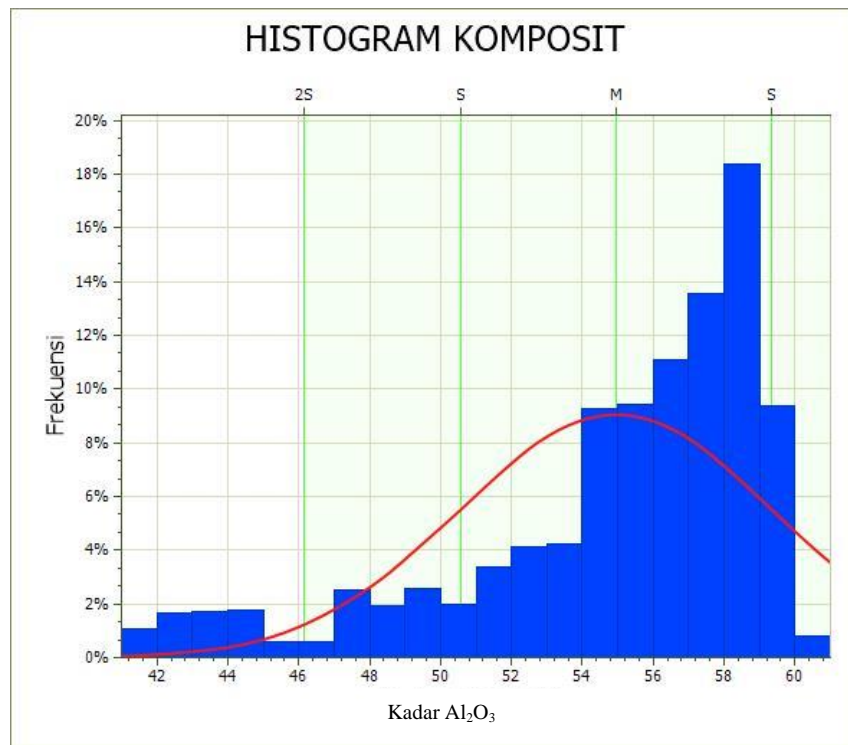
Hasil analisis statistik kadar  $Al_2O_3$  data *assay* dan komposit

Parameter	Assay	Komposit
Data (n)	236	140
Minimum Value	41,34%	41,46%
Maximum Value	60,10%	60,04%
Mean	54,02%	54,56%
Median	55,55%	55,98%
Variance	24,19	21,72
Standard Deviation	4,92	4,66
Coeff. of Variation	0,091	0,0901
Skewness	-1,102	-1,22
Kurtosis	0,225	0,69



Gambar 4.2

Histogram data *assay*



Gambar 4.3

Histogram data komposit

Dari analisis statistik pada Tabel 4.1, menunjukkan bahwa data komposit memiliki koefisien variansi (CV) senilai 0,0901 dan data *assay* memiliki nilai CV 0,091. Data *assay* dan komposit sama-sama bernilai kurang dari 0,5 (Isaaks dan Srivastava, 1989). Hal ini menunjukkan bahwa sampel bersifat sama baik (*homogen*). Nilai *skewness* data *assay* senilai -1,102 dan nilai *skewness* data komposit senilai -1,22. *Skewness* yang negatif menunjukkan bahwa nilai tengah (*median*) lebih besar dari nilai rata-rata (*mean*) dan merupakan kecenderungan distribusi kadar yang tinggi. Nilai *kurtosis* data *assay* senilai 0,225 dan nilai *kurtosis* data komposit senilai 0,69.

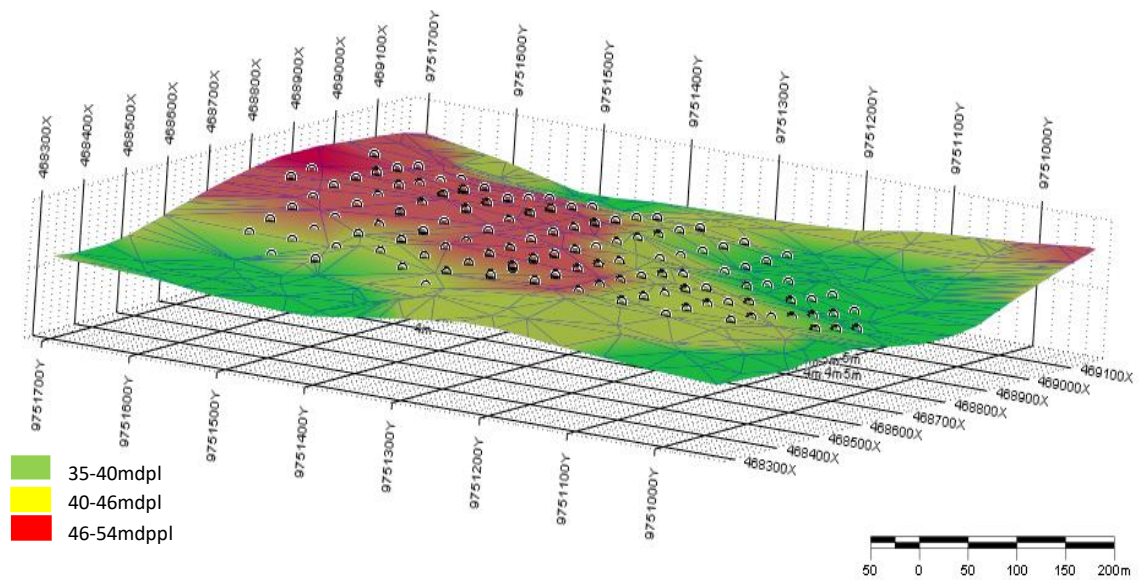
Berdasarkan hasil histogram data *assay* (Gambar 4.2) dan data komposit (Gambar 4.3) menunjukkan data memiliki satu puncak atau satu populasi. Kedua data memiliki puncak yang sama dengan frekuensi sekitar 58% kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Hasil tersebut tidak perlu penanganan statistik lagi karena hasilnya tidak bimodal (memiliki satu populasi).



### 4.3. Konstruksi Model Blok

#### 4.3.1. Model Topografi

Pembuatan model topografi memerlukan koordinat dari hasil digitasi peta daerah penelitian. Model topografi ini diperlukan untuk membatasi ekstrapolasi kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ke arah vertikal. Model topografi daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.4. Proses integrasi model topografi dan model blok dilakukan dengan aplikasi *micromine 2020*. Aplikasi tersebut dapat membantu mengolah data dan menampilkan yang digunakan untuk pengecekan peta yang dihasilkan.

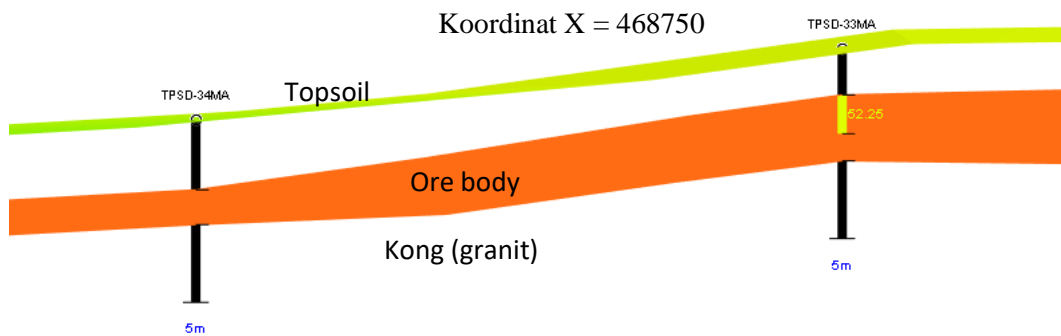


Gambar 4.4

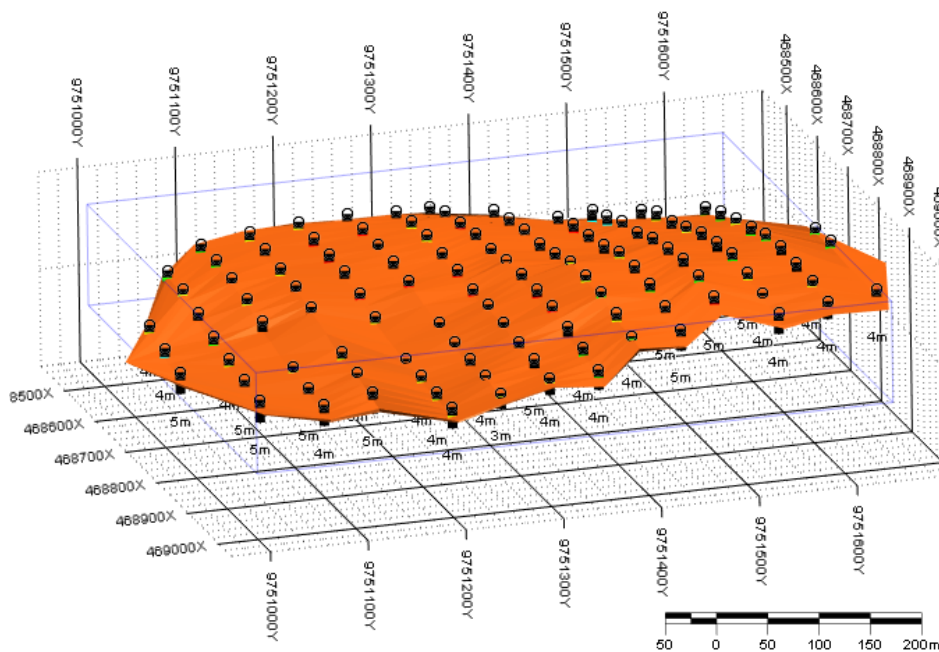
Topografi daerah penelitian 3 dimensi

#### 4.3.2. Model Geologi

Pembuatan model geologi merupakan suatu cara untuk membatasi penaksiran sumberdaya bauksit kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  pada suatu populasi di daerah penelitian, sehingga hasil taksiran kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tidak terjadi ekstrapolasi terlalu jauh keluar batas mineralisasi. Model geologi ini dibuat dari digitasi basis data *geology* (Lampiran I) dan basis data komposit (Lampiran K).



Gambar 4.5  
Sayatan model geologi 2 dimensi daerah penelitian



Gambar 4.6  
*Domain ore body dalam wireframe (3D view)*

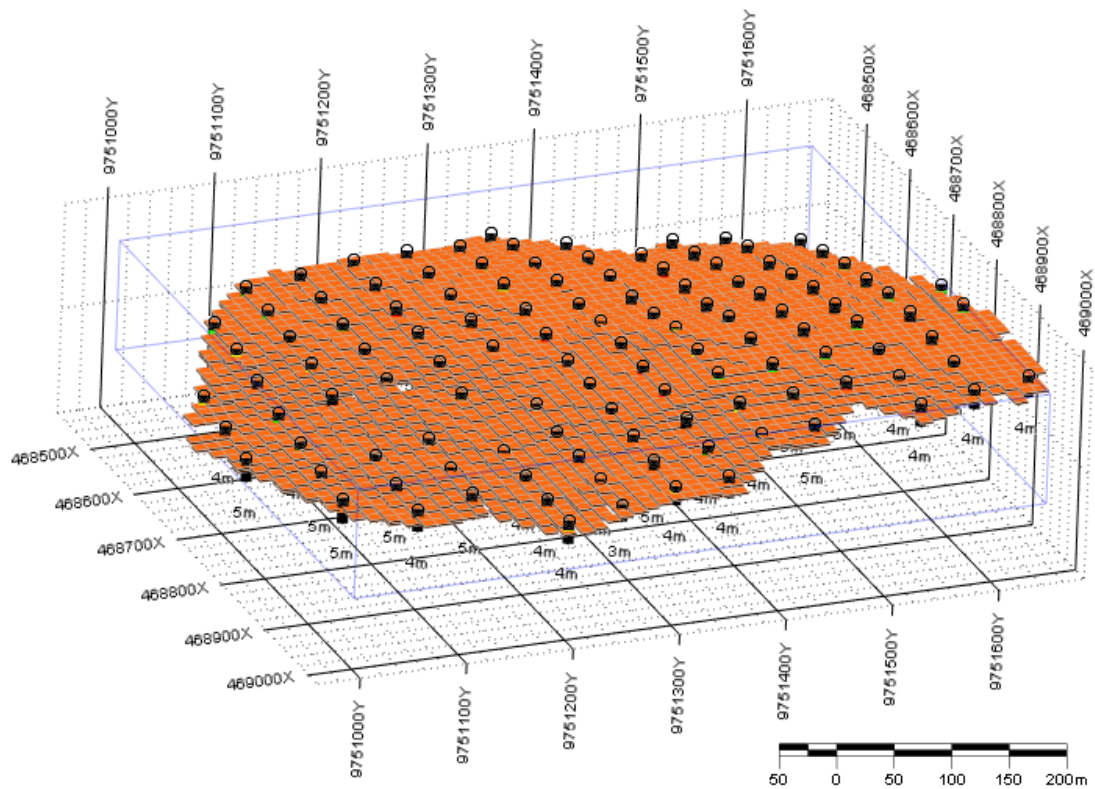
### 4.3.3. Model Sumberdaya Bauksit Menggunakan Blok Model

Blok model yang digunakan dalam penelitian ini berupa blok 3 (tiga) dimensi. Blok model ini terdiri dari *grid* atau *cell* yang lebih kecil dari keseluruhan blok model, yang dibuat harus melingkupi seluruh *domain* bijih yang telah dibuat berdasarkan rekam sumur uji sebelumnya dan dibatasi topografi. Tabel 4.2 akan menunjukkan ukuran kerangka blok model dengan batas maksimal dan minimal koordinat *east*, *north*, dan *elevation*.

Tabel 4.2

Ukuran blok model kosong (*blank block model*)

Koordinat			Ukuran blok (m)	Blok
Arah	Minimal	Maksimal		
<i>east</i>	468423	469022	12,5	51
<i>north</i>	9750960	9751690	12,5	62
<i>elevation</i>	35	53	0,5	37



Gambar 4.7

*Domain ore body* dalam blok model kosong 3 dimensi

#### 4.4. Variografi

##### 4.4.1. Analisis Variogram

Analisis variogram menggunakan data komposit kadar  $Al_2O_3$  di daerah penelitian. Parameter arah (*directions*) yang digunakan adalah tiga arah yang representatif yang dapat dilihat pada Tabel 4.3 di bawah ini.

Tabel 4.3  
Parameter penyusun variogram

<i>Azimuth</i>			<i>Plunge</i>			<i>Lag</i>		<i>Display</i>
<i>Angle</i>	<i>Tolerance</i>	<i>Bandwidth</i>	<i>Angle</i>	<i>Tolerance</i>	<i>Bandwidth</i>	<i>Distance</i>	<i># Interval</i>	
0°	22,5°	50m	2,6°	22,5°	50m	100m	10	
22,5°	22,5°	50m	2,1°	22,5°	50m	100m	10	
90°	22,5°	50m	1,9°	22,5°	50m	100m	10	

Hasil *fitting* variogram eksperimental menunjukkan model variogram adalah model *spherical*. Model tersebut dipilih karena memiliki perilaku awal yang baik namun nilai *nugget effect* terbilang tinggi dikarenakan data awal yang menunjukkan nilai yang tinggi. Hasil *fitting* variogram eksperimental kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dapat dilihat pada Gambar 4.8 dan parameter hasil *fitting* variogram dapat dilihat pada Tabel 4.4.

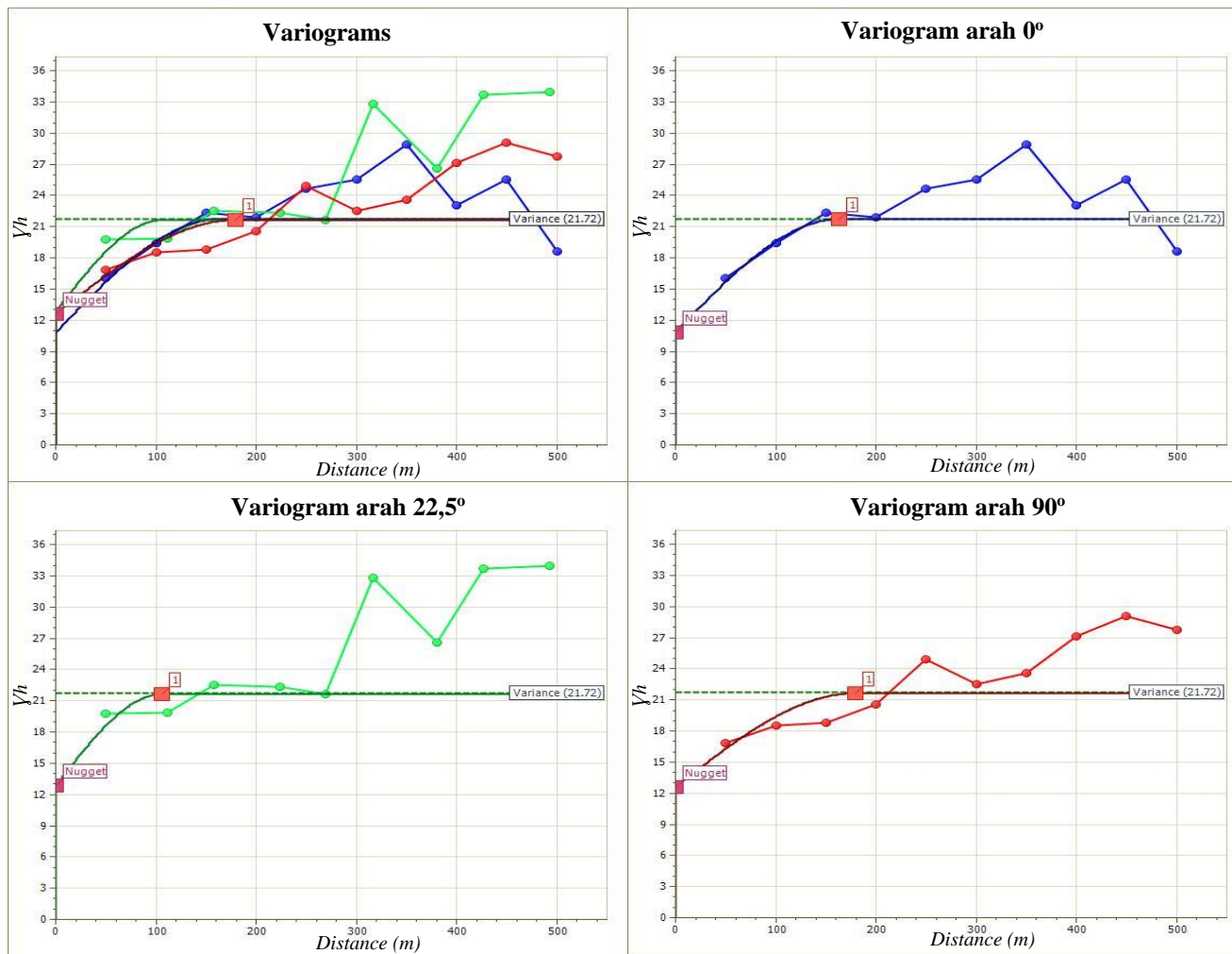
Tabel 4.4  
Parameter hasil *fitting* variogram model *spherical*

Teknik	Arah	<i>Nugget (Co)</i>	<i>Sill</i>	<i>Partial Sill</i>	<i>Range (m)</i>
OK	0°	10,82	21.72	10,91	163,3
	22,5°	12,86	21.72	8,78	106
	90°	12,6	21.72	9,04	179

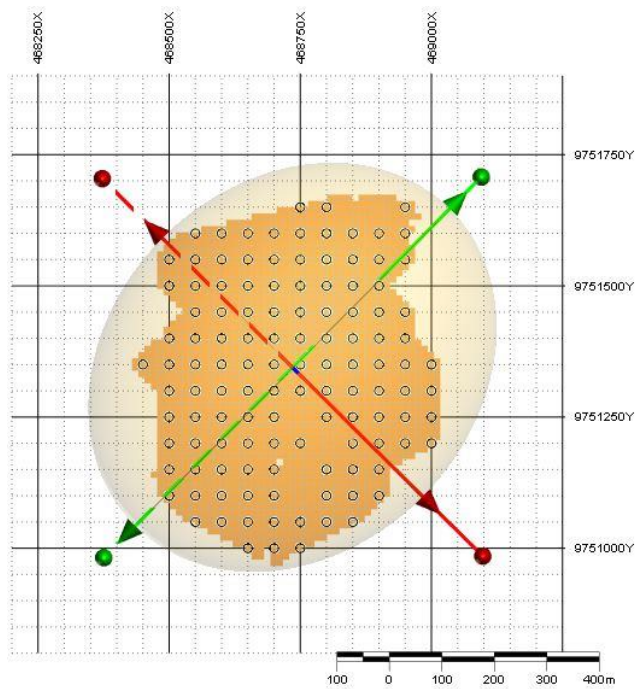
Dari analisis variogram, didapatkan nilai parameter pencarian estimasi (*data search*) diantaranya data *strike (mayor)*, *dip (semi-mayor)*, dan *pitch (minor)*. Hasil visualisasi *ellipsoid* dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10 serta nilai parameter *ellipsoid* pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5  
Parameter *ellipsoid*

<i>Parameter</i>	<i>Directions</i>
<i>Strike</i>	44,768°
<i>Dip</i>	134,768°
<i>Pitch</i>	0°
<i>Sense</i>	<i>North</i>

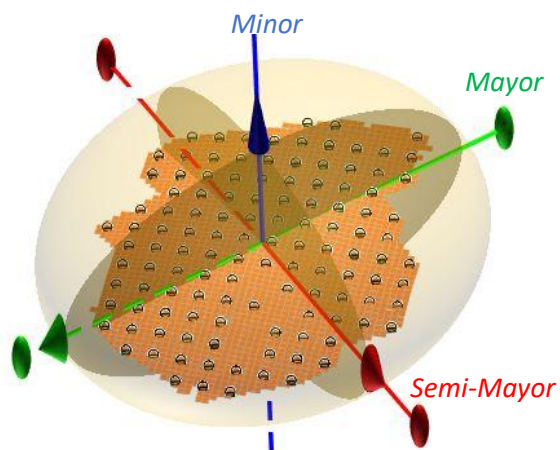


Gambar 4.8  
Hasil *fitting* variogram



Gambar 4.9

*Ellipsoid 2 dimensi (plan view)*



Gambar 4.10

*Ellipsoid 3 dimensi*

#### 4.4.2 Analisis Variogram Indikator

Analisis variogram indikator menggunakan data komposit kadar  $Al_2O_3$  di daerah penelitian. Parameter arah (*directions*) yang digunakan tiga arah yang representatif yang dapat dilihat pada Tabel 4.6. Nilai kadar batas (*cut off*) yang digunakan adalah dari perhitungan jumlah persentil (P10 .... P80) yang dihasilkan dari data komposit

yang diolah dari aplikasi *micromine 2020* . Pembagian kadar batas dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.6  
Parameter penyusun variogram indikator

<i>Azimuth</i>			<i>Plunge</i>			<i>Lag</i>		<i>Display</i>
<i>Angle</i>	<i>Tolerance</i>	<i>Bandwidth</i>	<i>Angle</i>	<i>Tolerance</i>	<i>Bandwidth</i>	<i>Distance</i>	<i># Interval</i>	
0°	22,5°	50m	2,6°	22,5°	50m	50	10	
22,5°	22,5°	50m	2,1°	22,5°	50m	50	10	
90°	22,5°	50m	1,9°	22,5°	50m	50	10	

Nilai kadar batas pada Tabel 4.7 akan digunakan sebagai variogram indikator untuk teknik MIK. Persentil 50 (*50 percentile*) adalah sebagai nilai tengah (*median*) yang juga bisa digunakan untuk teknik *Median Indicator Kriging*. Nilai indikator akan diubah menjadi nilai 0 (nol) dan 1 (satu), sehingga nilai variogram indikator tidak lebih dari 1 (satu).

Tabel 4.7  
Kadar batas Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> sebagai nilai indikator

<i>Description</i>	<i>Value</i>
<i>Minimum</i>	41,46 %
<i>Maximum</i>	60,04 %
<i>Mean</i>	54,56 %
<i>Variance</i>	21,71
<i>Std. Deviation</i>	4,66
<i>10 Percentile</i>	47,36%
<i>20 Percentile</i>	51,55%
<i>30 Percentile</i>	53,81%
<i>40 Percentile</i>	54,95%
<i>50 Percentile (Median)</i>	55,98%
<i>60 Percentile</i>	56,83%
<i>70 Percentile</i>	57,74%
<i>80 Percentile</i>	58,23%

Hasil *fitting* variogram indikator pada semua kadar batas menunjukkan model variogram indikator adalah model *spherical*. Model tersebut dipilih karena memiliki perilaku awal yang baik namun nilai *nugget effect* terbilang tinggi

dikarenakan data awal yang menunjukkan nilai yang tinggi. Hasil *fitting* variogram indikator kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dapat dilihat pada Gambar 4.11 sampai Gambar 4.18 dan parameter hasil *fitting* variogram indikator dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8

Parameter hasil *fitting* variogram indikator model *spherical*

Kadar batas	Arah	<i>Nugget (Co)</i>	<i>Sill</i>	<i>Partial Sill</i>	<i>Range (m)</i>
47,36%	0°	0,04	0,09	0,0401	87,2
	22,5°	0,023	0,09	0,066	227,8
	90°	0,065	0,09	0,0249	66,1
51,55%	0°	0,105	0,16	0,0549	201,3
	22,5°	0,103	0,16	0,0564	70
	90°	0,14	0,16	0,014	142,8
53,81%	0°	0,1658	0,21	0,045	253
	22,5°	0,1658	0,21	0,045	90,9
	90°	0,154	0,21	0,054	226
54,95%	0°	0,193	0,24	0,049	123,7
	22,5°	0,149	0,24	0,0907	161,1
	90°	0,137	0,24	0,1036	139
55,98%	0°	0,127	0,25	0,1246	119,8
	22,5°	0,14	0,25	0,113	160,1
	90°	0,1702	0,25	0,08	331,7
56,83%	0°	0,123	0,24	0,119	105,4
	22,5°	0,116	0,24	0,0747	169,7
	90°	0,1684	0,24	0,0724	161,1
57,74%	0°	0,136	0,21	0,076	99,2
	22,5°	0,136	0,21	0,0749	146
	90°	0,169	0,21	0,0412	113
58,23%	0°	0,0924	0,16	0,0689	88,2
	22,5°	0,084	0,16	0,0758	204,8
	90°	0,11	0,16	0,0415	243,4

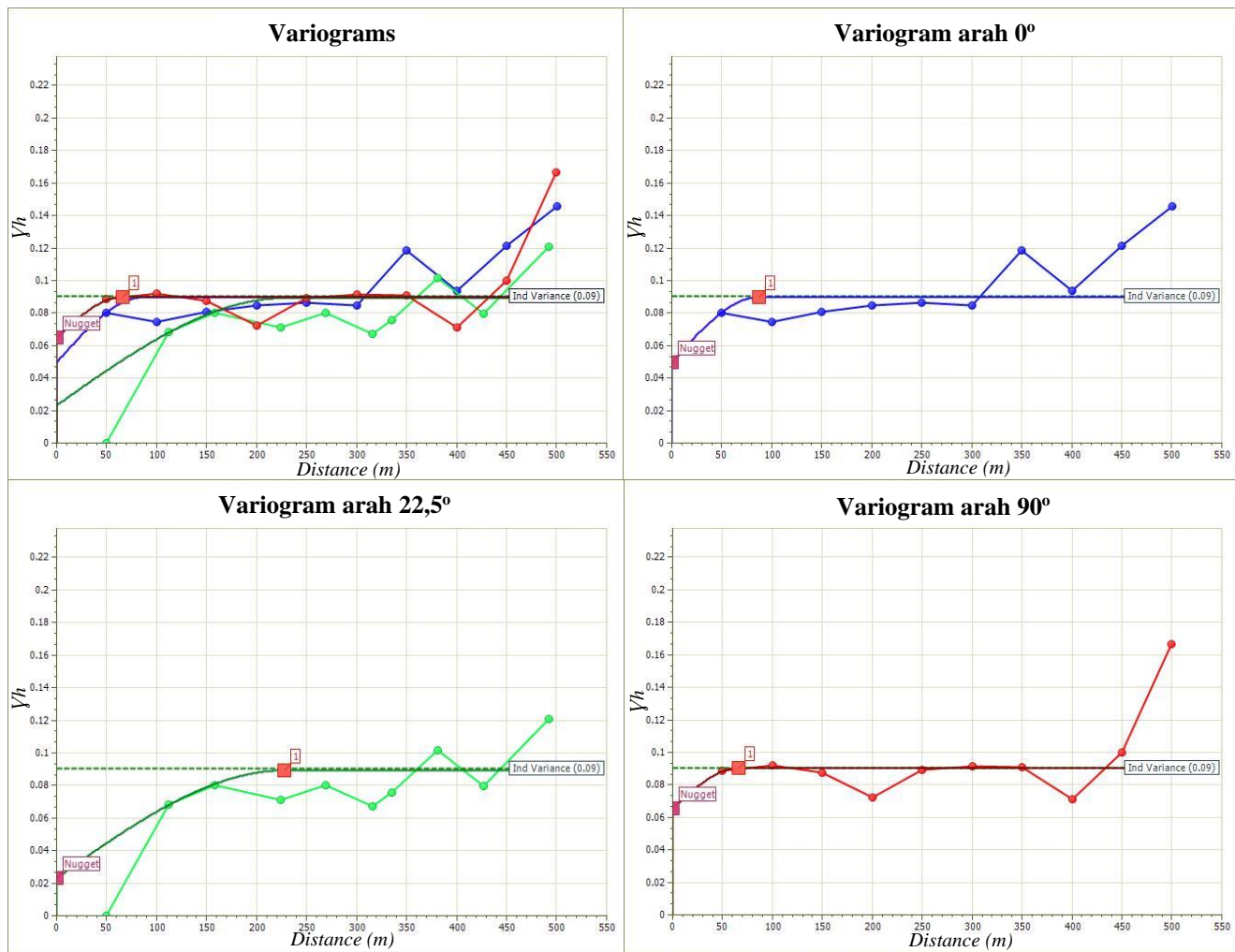
Berdasarkan hasil analisis variogram indikator, didapatkan nilai parameter pencarian estimasi (*data search*) diantaranya data *strike (major)*, *dip (semi-major)*, dan *pitch (minor)*. nilai parameter *ellipsoid* pada Tabel 4.9 dan hasil visualisasi *ellipsoid* dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan Gambar 4.10.

Tabel 4.9

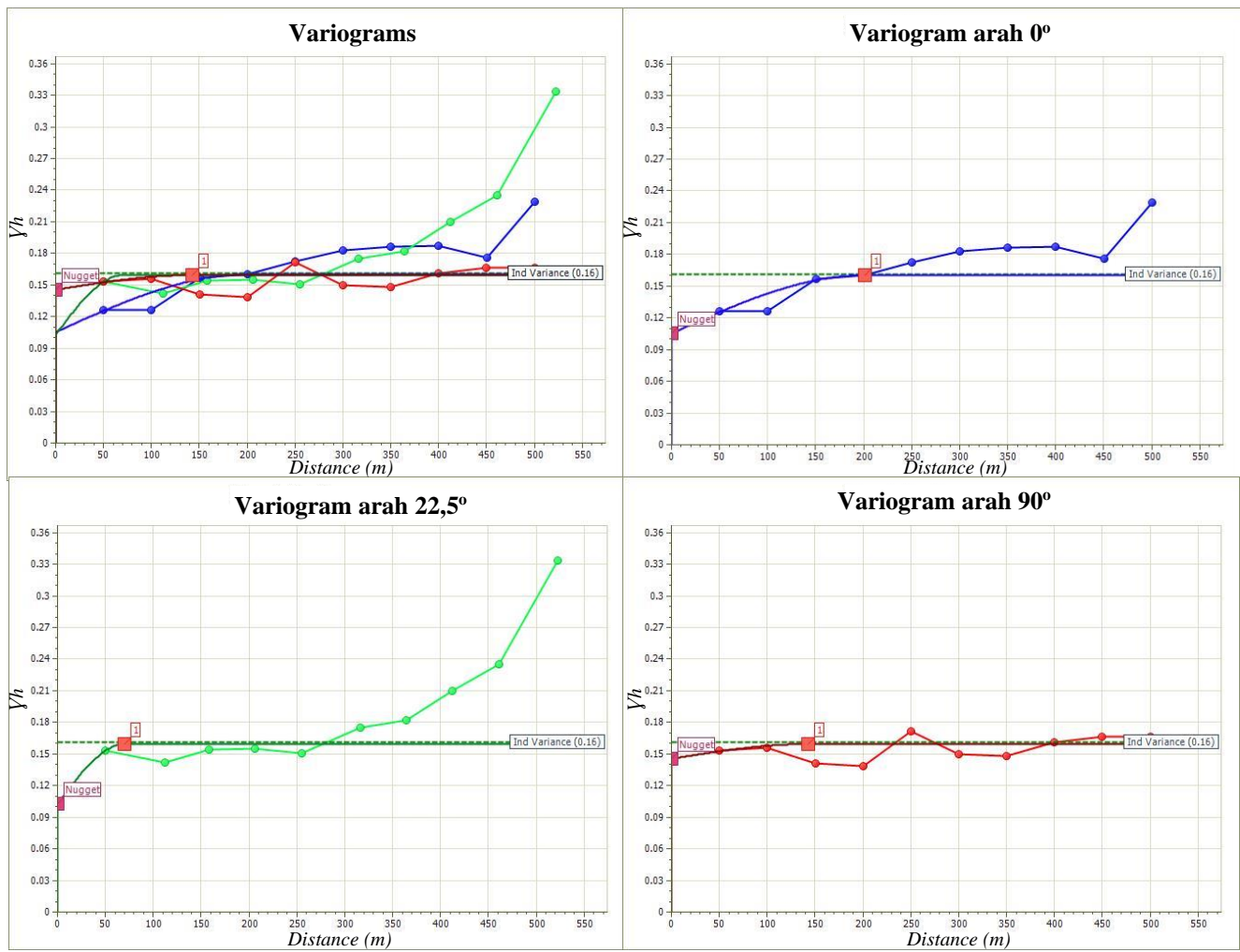
Parameter *ellipsoid* dari variogram indikator

<i>Parameter</i>	<i>Directions</i>
<i>Strike</i>	35,05°
<i>Dip</i>	125,05°
<i>Pitch</i>	6,653°
<i>Sense</i>	<i>South</i>



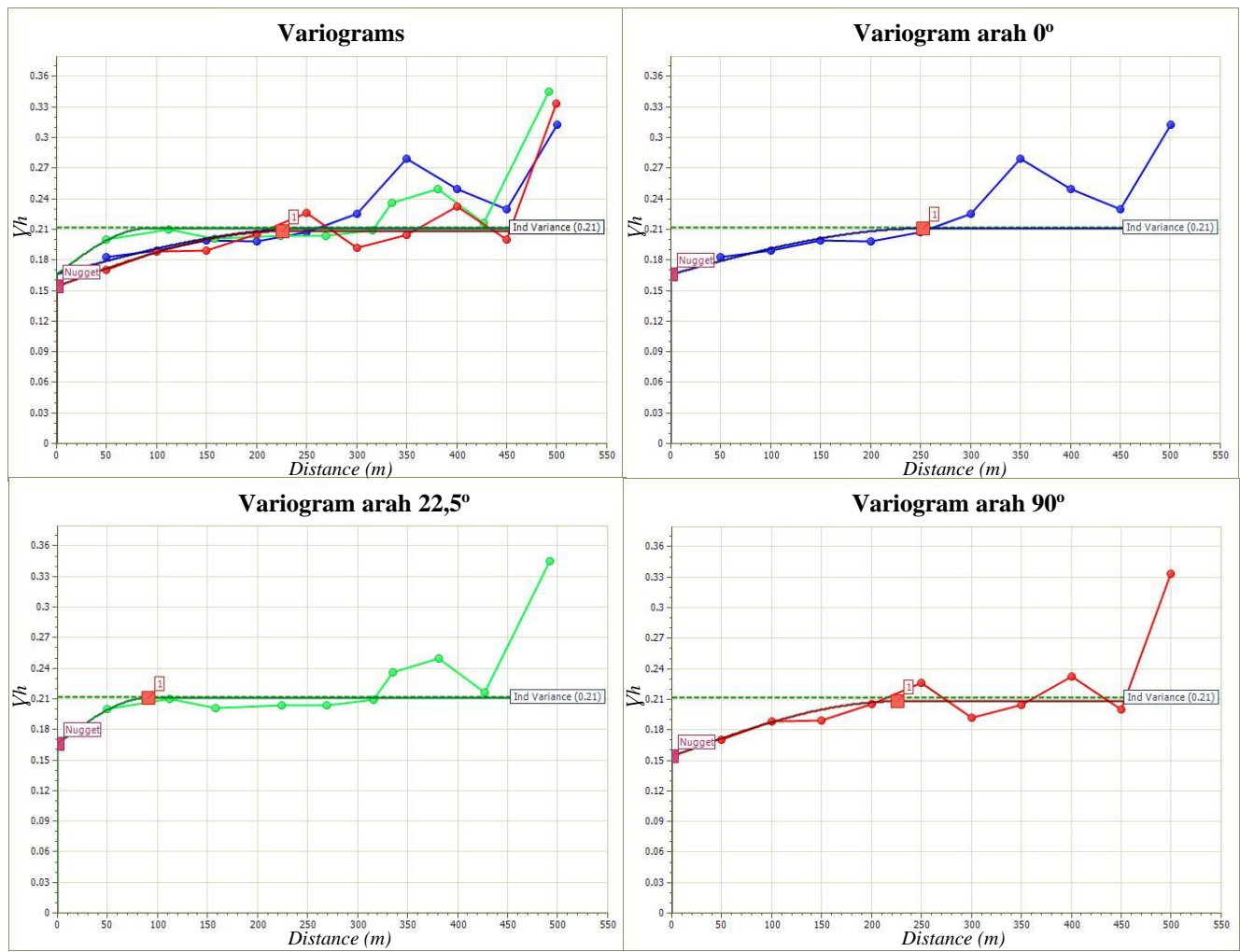


Gambar 4.11  
Variogram indikator kadar batas 47,36%



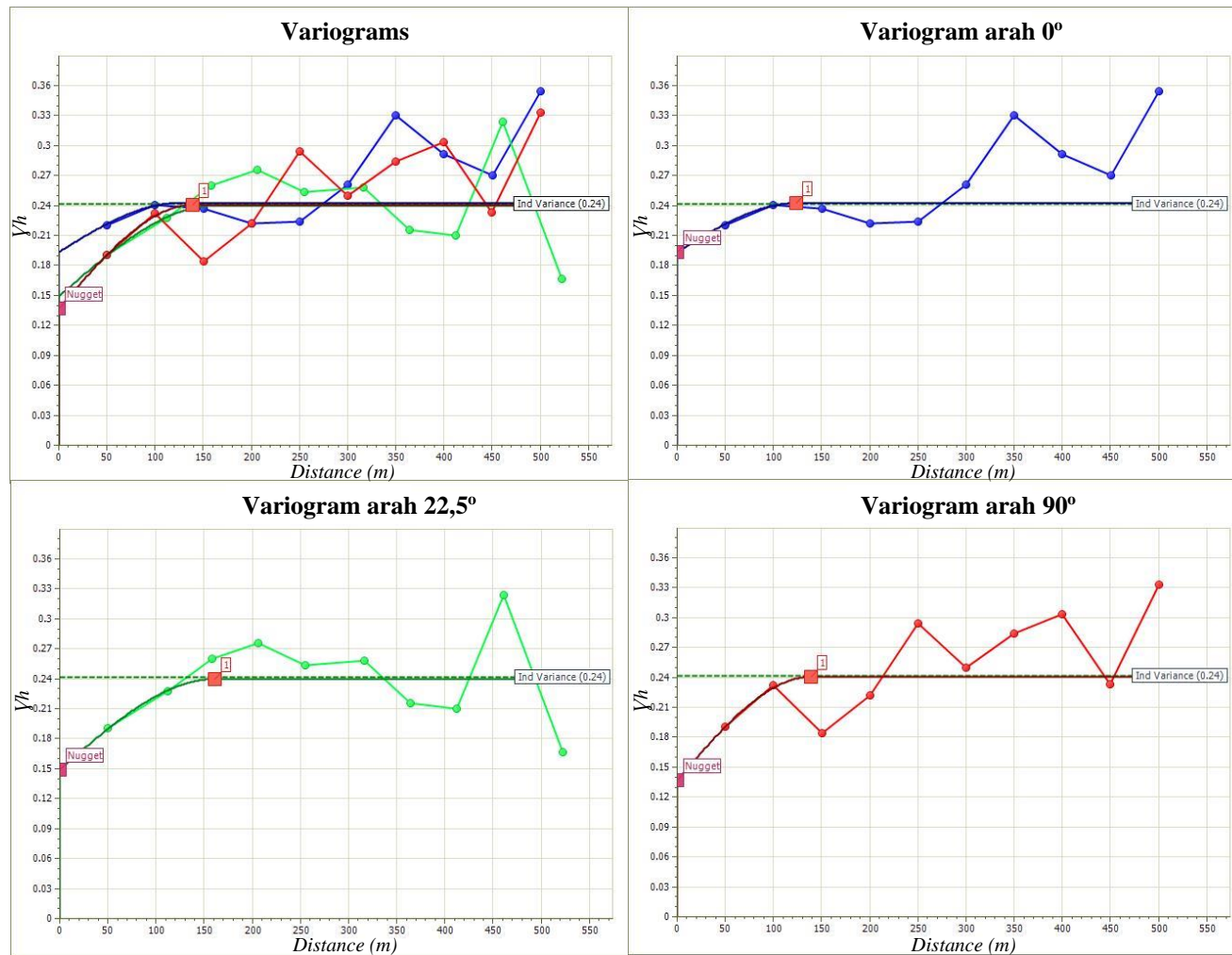
Gambar 4.12

Variogram indikator kadar batas 51,55%

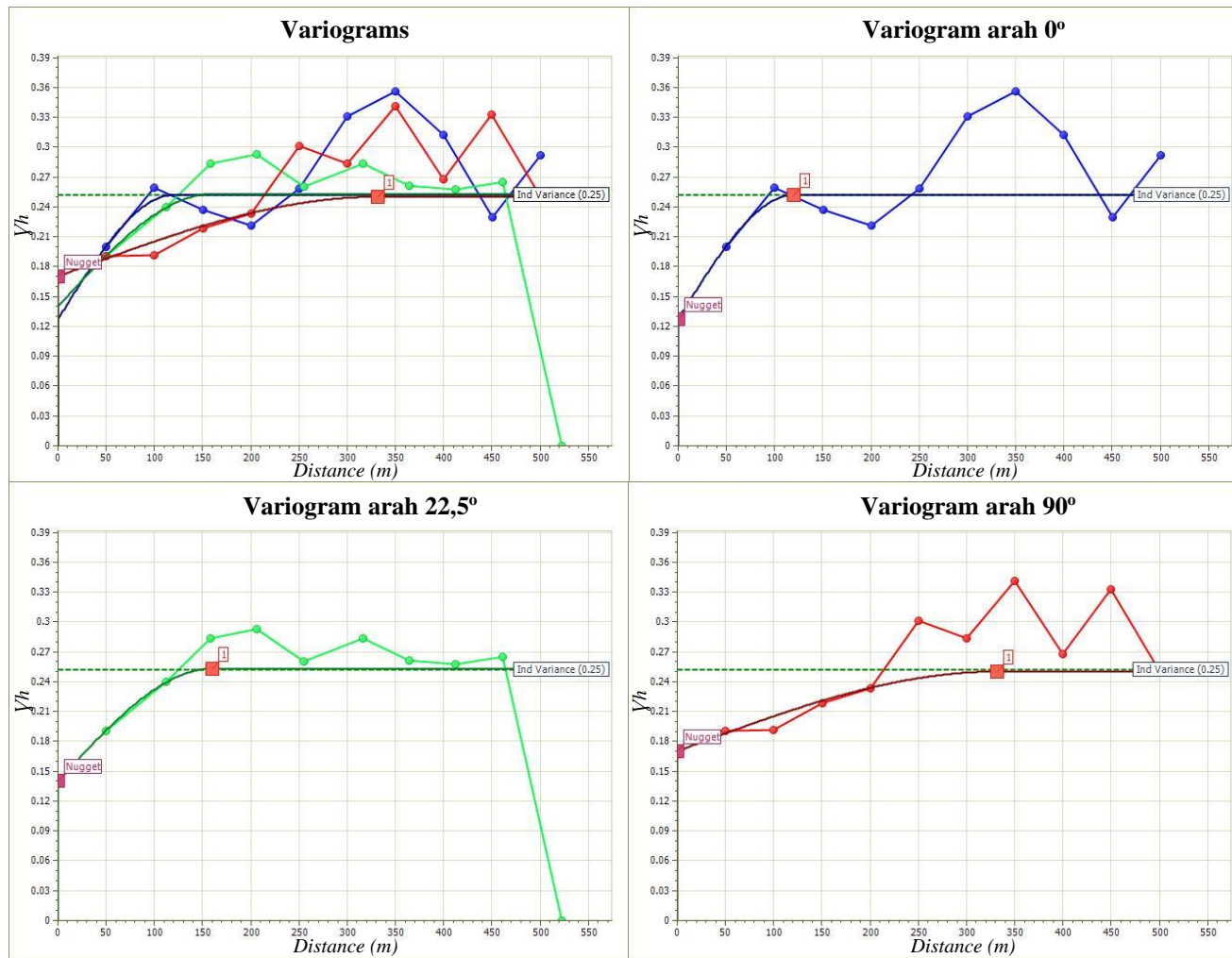


Gambar 4.13

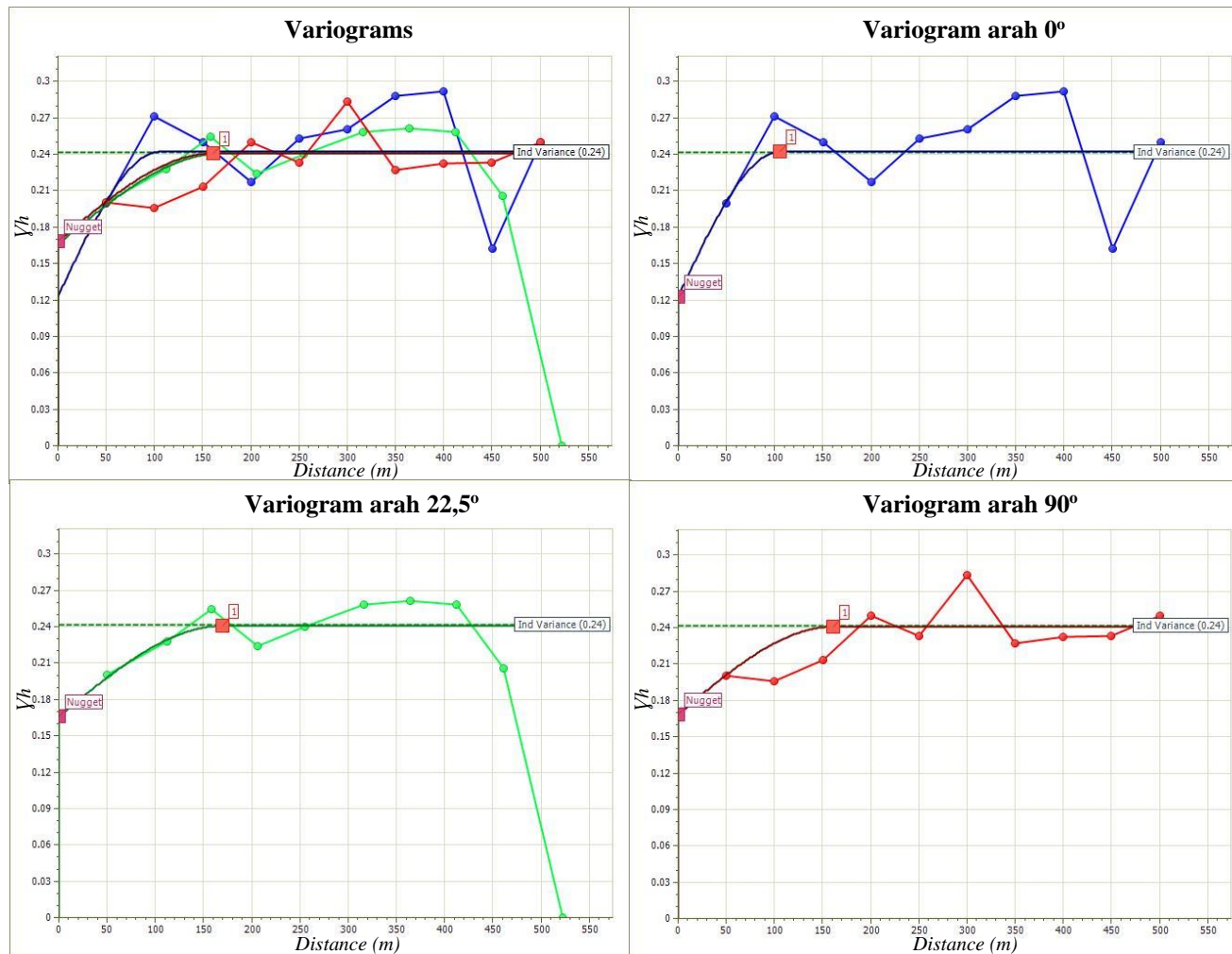
Variogram indikator kadar batas 53,81%



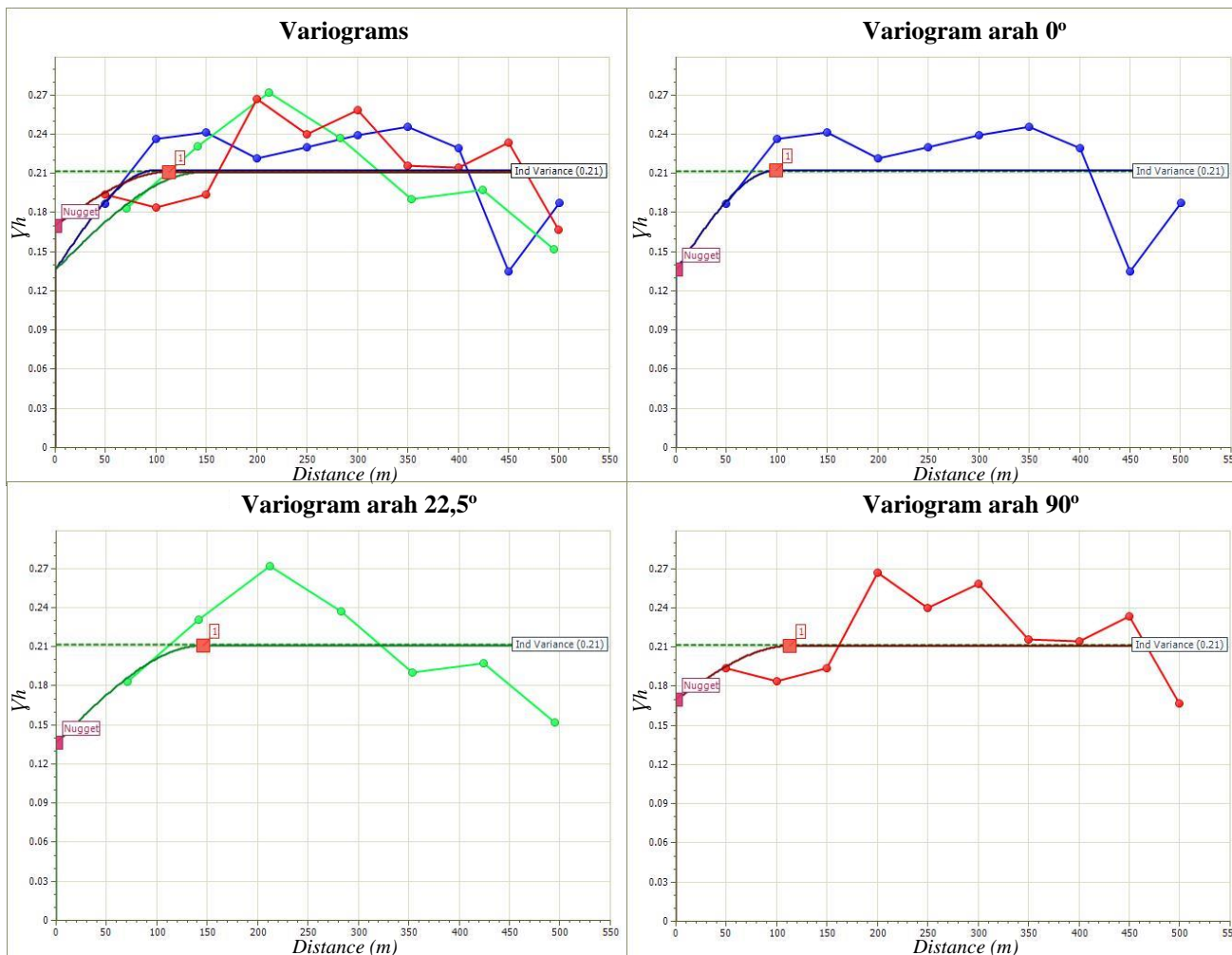
Gambar 4.14  
Variogram indikator kadar batas 54,95%



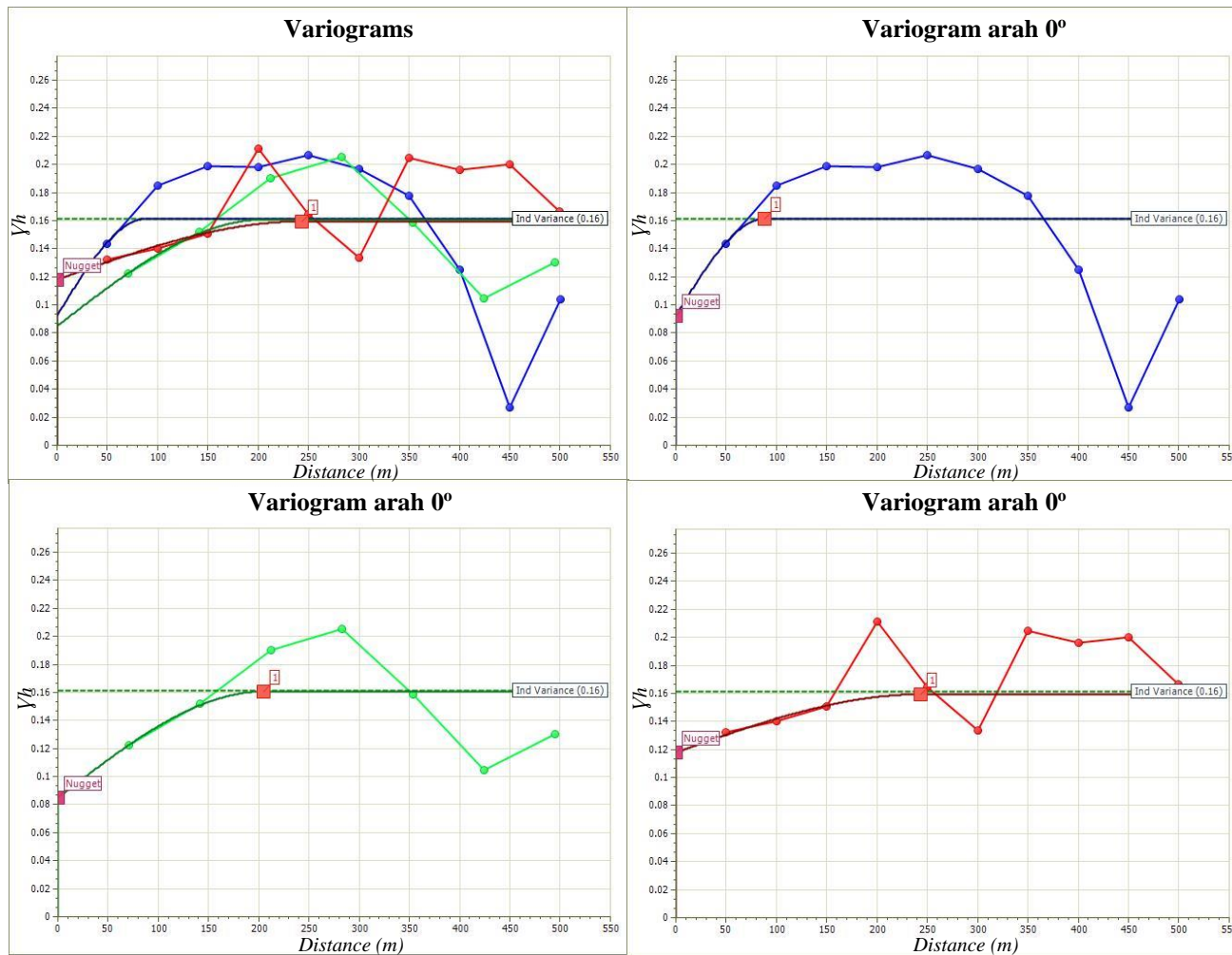
Gambar 4.15  
Variogram indikator kadar batas 55,98%



Gambar 4.16  
Variogram indikator kadar batas 56,83%

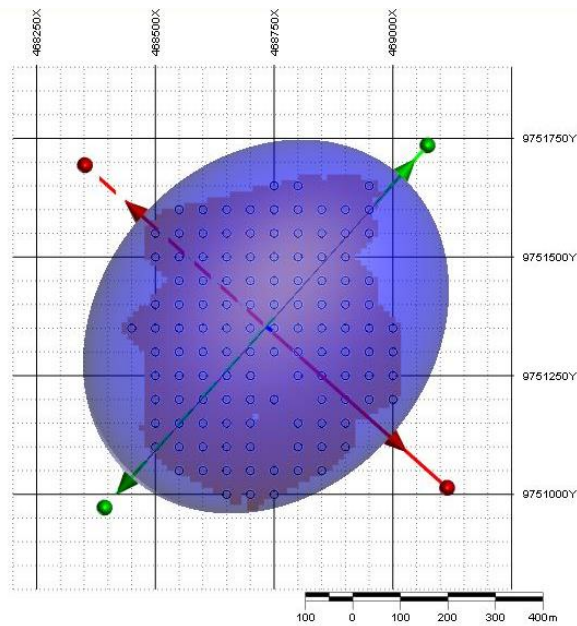


Gambar 4.17  
Variogram indikator kadar batas 57,74%



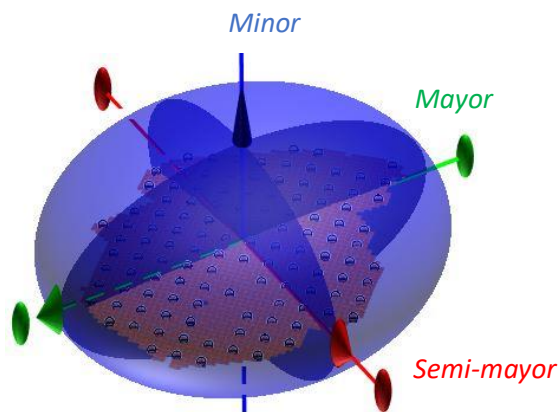
Gambar 4.18  
 Variogram indikator kadar batas 58,23%





Gambar 4.19

*Ellipsoid 2 dimensi (plan view) untuk teknik MIK*



Gambar 4.20

*Ellipsoid 3 dimensi untuk teknik MIK*

#### 4.4.3. Analisis Variogram *Median Indikator*

Analisis variogram *median indikator* menggunakan nilai *median* (lihat Tabel 4.7) dari data komposit kadar  $Al_2O_3$  di daerah penelitian. Parameter arah (*directions*) yang digunakan tiga arah yang representatif yang dapat dilihat pada Tabel 4.10. Sesuai dengan pengertian teknik Med IK, nilai *kadar batas* yang digunakan adalah dari nilai tengah (*median*) yang dihasilkan dari data komposit yang diolah dari

aplikasi *micromine 2020*. Nilai kadar batas dari kadar  $Al_2O_3$  adalah 55,98%, kemudian dilakukan proses analisis variogram indikator 55,98%.

Tabel 4.10

Parameter penyusun variogram *median* indikator

Azimuth			Plunge			Lag		Display
Angle	Tolerance	Bandwidth	Angle	Tolerance	Bandwidth	Distance	# Interval	
0°	22,5°	50m	2,6°	22,5°	50m	50m	10	
22,5°	22,5°	50m	2,1°	22,5°	50m	50m	10	
90°	22,5°	50m	1,9°	22,5°	50m	50m	10	

Hasil *fitting* variogram indikator kadar batas 55,98% menunjukkan model variogram adalah model *spherical*. Model tersebut dipilih karena memiliki perilaku awal yang baik namun nilai *nugget effect* terbilang tinggi dikarenakan data awal yang menunjukkan nilai yang tinggi. Hasil *fitting* variogram indikator kadar  $Al_2O_3$  dapat dilihat pada Gambar 4.21 dan parameter hasil *fitting* variogram indikator dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11

Parameter hasil *fitting* variogram *median* indikator model *spherical*

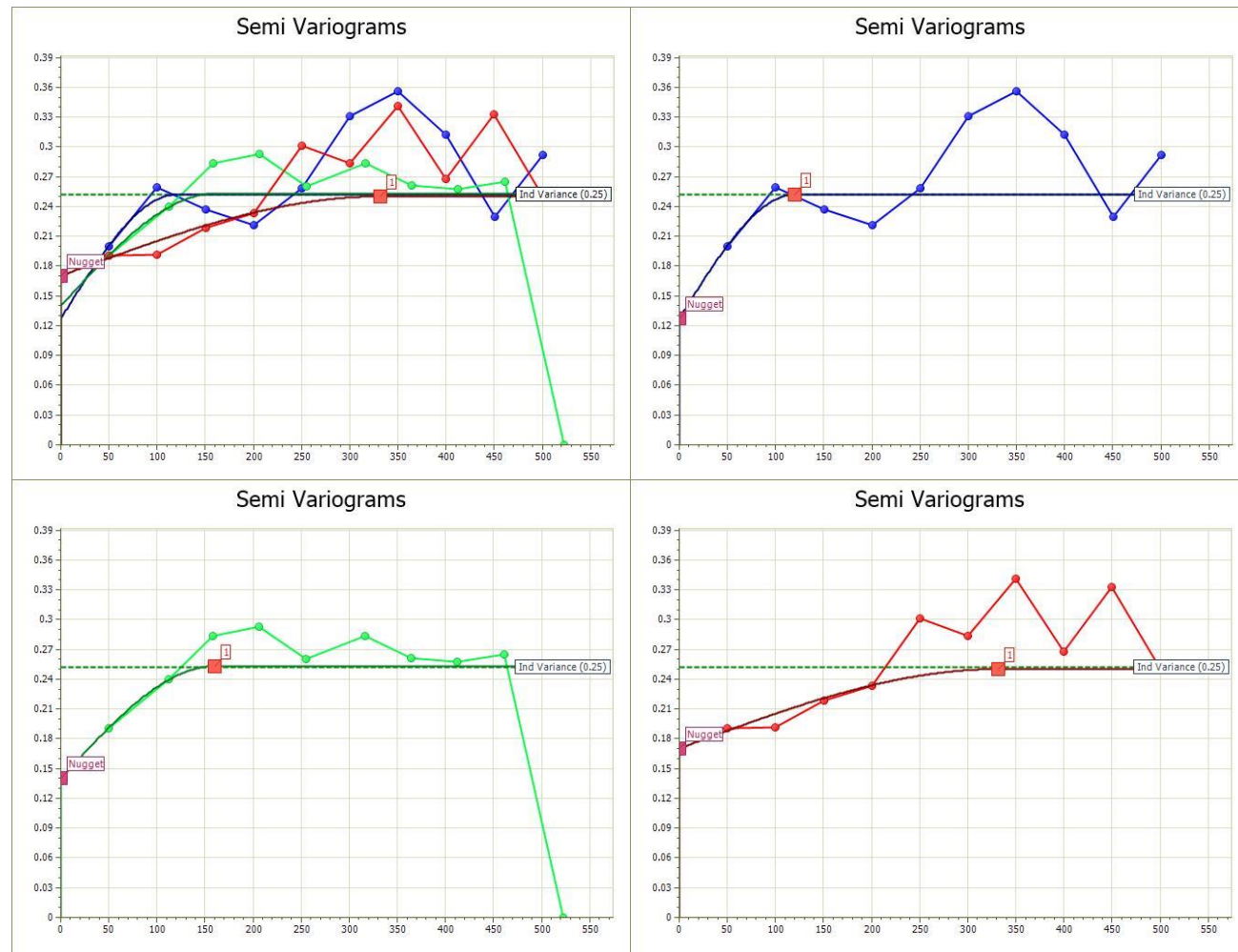
Teknik	Kadar batas	Arah	Nugget (Co)	Sill	Partial Sill	Range (m)
Med IK	55,98%	0°	0,127	0,25	0,1246	119,8
		22,5°	0,14	0,25	0,113	160,1
		90°	0,1702	0,25	0,08	331,7

Dari hasil analisis variogram *median* indikator, didapatkan nilai parameter pencarian estimasi (*data search*) diantaranya data *strike (mayor)*, *dip (semi-mayor)*, dan *pitch (minor)*. nilai parameter *ellipsoid* pada Tabel 4.12 dan hasil visualisasi *ellipsoid* dapat dilihat pada Gambar 4.22 dan Gambar 4.23.

Tabel 4.12

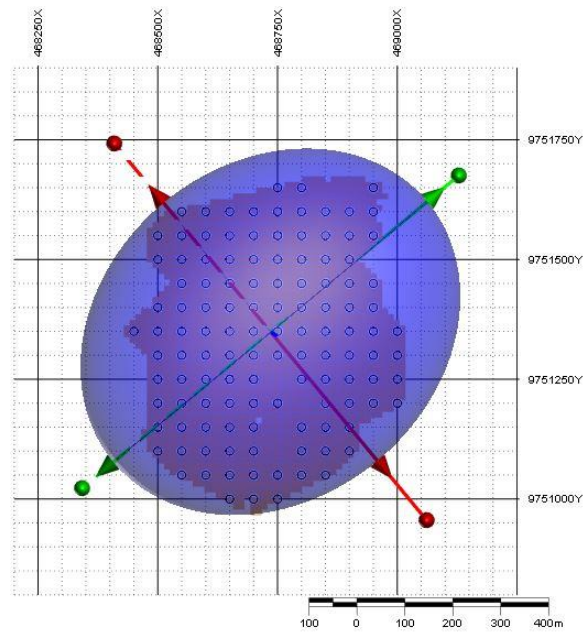
Parameter *ellipsoid* dari variogram *median* indikator

Parameter	Directions
Strike	123,43°
Dip	213,43°
Pitch	67,89°
Sense	West



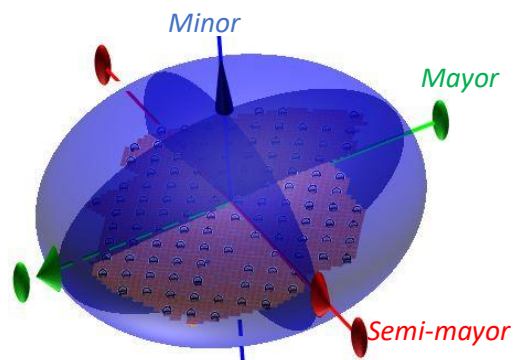
Gambar 4.21

Hasil *fitting* variogram indikator kadar batas 55,98%



Gambar 4.22

*Ellipsoid 2 dimensi untuk teknik Med IK (plan view)*



Gambar 4.23

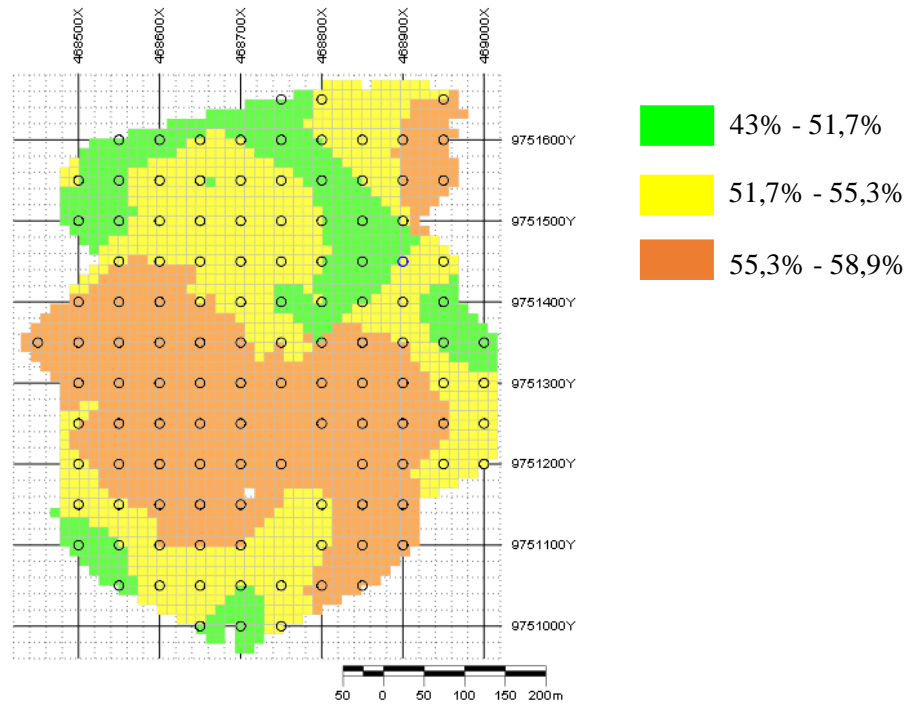
*Ellipsoid 3 dimensi untuk teknik Med IK*

## 4.5. Penaksiran Sumberdaya Bauksit

### 4.5.1. Penaksiran Sumberdaya Bauksit Teknik OK

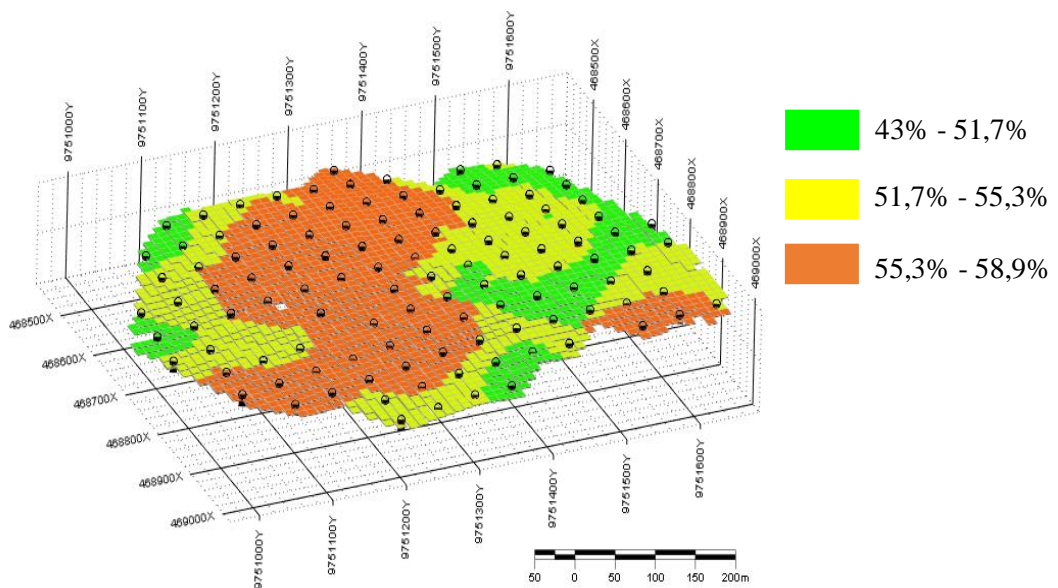
Penaksiran sumberdaya bauksit teknik OK dilakukan pada titik kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dengan menggunakan ukuran blok kosong (lihat Tabel 4.2). tiap blok akan memiliki satu nilai hasil penaksiran kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Parameter penaksiran yang diperlukan meliputi hasil analisis *fitting* variogram (lihat Tabel 4.4) dan parameter *ellipsoid* (lihat Tabel 4.5). Setelah dilakukan penaksiran kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , selanjutnya pada setiap blok diberi

indikator warna untuk keterangan yang menggambarkan besaran kadar pada setiap blok.



Gambar 4.24

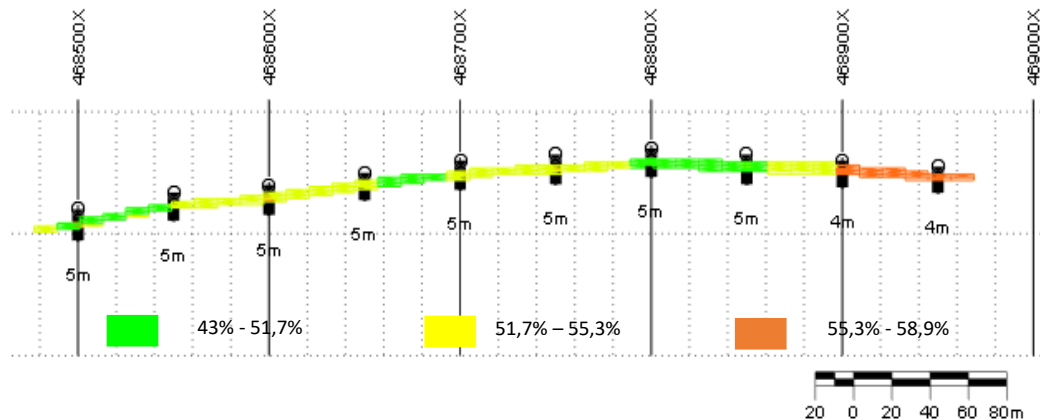
Blok model hasil penaksiran teknik OK (*plan view*)



Gambar 4.25

Blok model hasil penaksiran teknik OK (*3D view*)

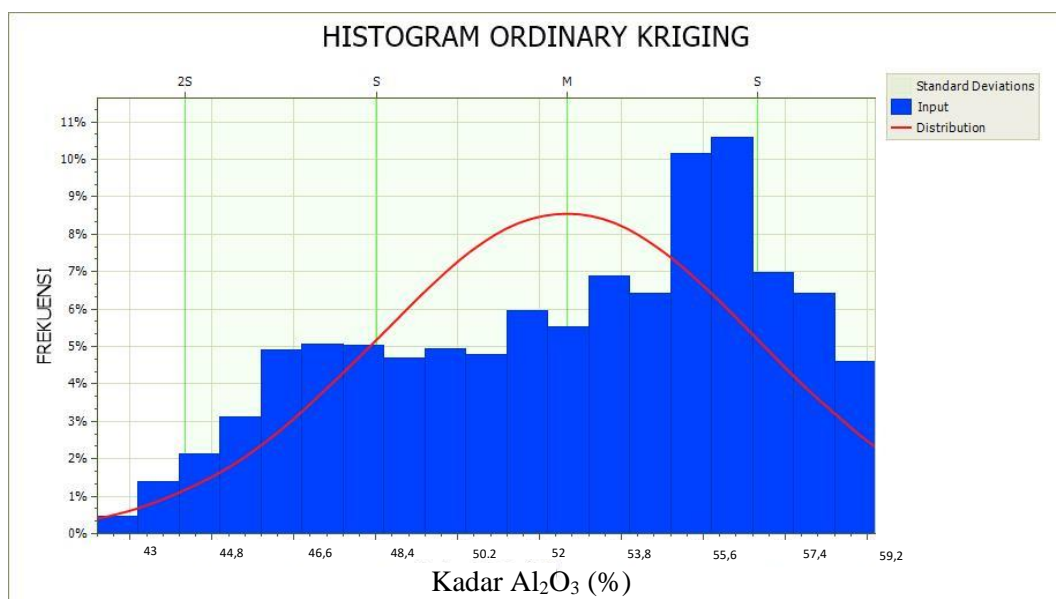
Hasil penaksiran di atas menunjukkan bahwa kadar  $Al_2O_3 < 43\%$  berwarna cyan, kadar  $Al_2O_3$  43 % - 51,7 % berwarna hijau, kadar  $Al_2O_3$  51,7 % - 55,3 % berwarna kuning, dan kadar  $Al_2O_3$  55,3% - 58,9% berwarna jingga. Hasil sayatan blok model teknik OK dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26

Sayatan blok model teknik OK 2 dimensi

Setelah interpolasi, dilakukan analisis statistik pada hasil penaksiran kadar  $Al_2O_3$  teknik OK. Hasil analisis statistik dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan histogram hasil penaksiran teknik OK pada Gambar 4.27 di bawah ini.



Gambar 4.27

Histogram blok model penaksiran teknik OK

Tabel 4.13

Hasil analisis statistik penaksiran teknik OK

Parameter	Taksiran OK
<i>Data (n)</i>	4627
<i>Minimum Value</i>	42,7
<i>Maximum Value</i>	59,5
<i>Mean</i>	52,2
<i>Median</i>	52,4
<i>Variance</i>	6,04
<i>Standard Deviation</i>	2,45
<i>Coeff. of Variation</i>	0,045
<i>Skewness</i>	-0,3
<i>Kurtosis</i>	-0,96
<i>Variansi Kriging</i>	5,64

Berdasarkan hasil analisis statistik dan histogram blok model OK, menunjukkan distribusi data cenderung ke arah kanan atau data kadar tinggi. Nilai *skewness* adalah senilai -0,3 dan *kurtosis* senilai -0,96. Langkah selanjutnya dilakukan penaksiran jumlah sumberdaya bauksit yang diperoleh.

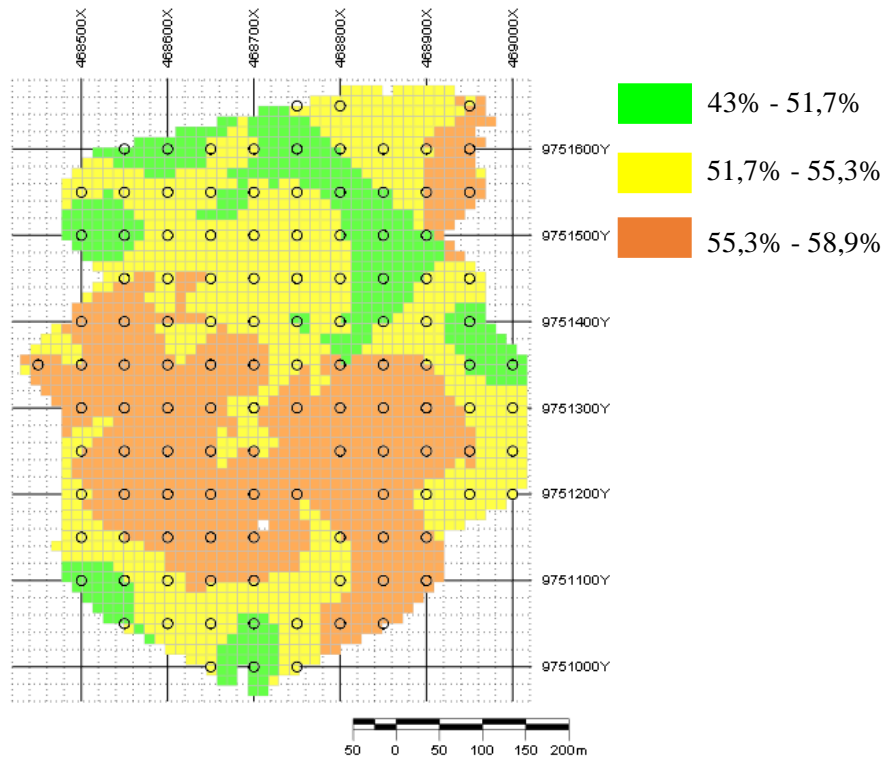
Tabel 4.14

Tabulasi jumlah sumberdaya teknik OK

Kadar (%)	Sumberdaya bauksit		Kadar rata-rata (%)	Blocks
	Volume (m <sup>3</sup> )	Tonase (ton)		
42,7 - 44,8	12.456	19.929,6	43,78	173
44,8 - 46,6	24.624	39.398,4	45,73	342
46,6 - 48,4	34.272	54.835,2	47,52	376
48,4 - 50,2	32.760	52.416	49,37	455
50,2 - 52	32.832	52.531,2	51,19	456
52 - 53,8	38.803	62.092,8	52,91	539
53,8 - 55,6	49.104	78.566,4	54,74	683
55,6 - 57,4	58.968	94.348,8	56,55	820
57,4 - 59,5	49.320	78.912	58,69	686
Total	333.144	533.030,4	52,27	4627

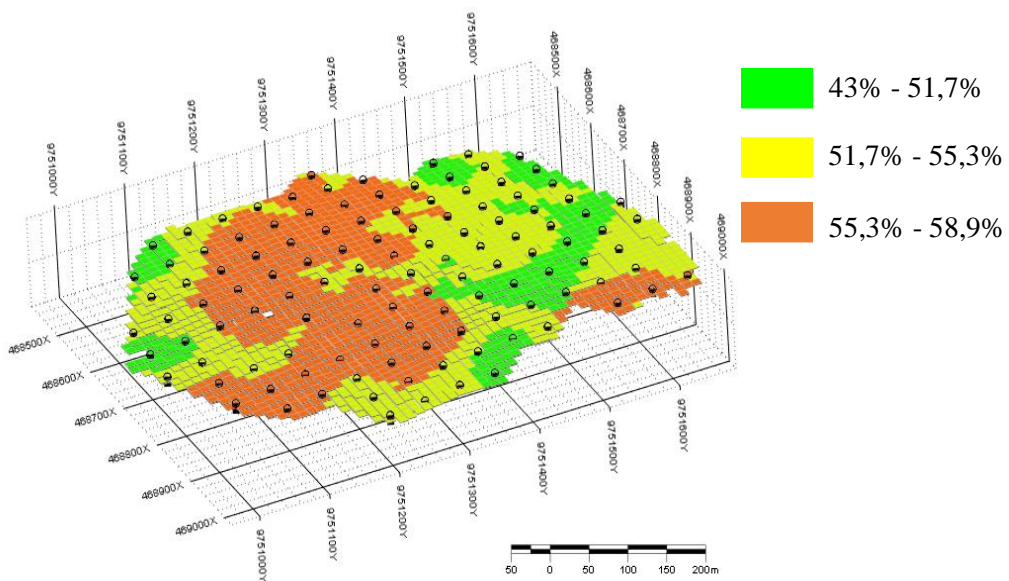
Jumlah penaksiran sumberdaya bauksit dengan denstitas 1,6 diperoleh volume bauksit sebesar 333.144 m<sup>3</sup> atau tonase sebesar 533.030,4 ton. Total seluruh blok adalah 4.627 blok dengan kadar rata-rata Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang didapatkan senilai 52,27 %. Tabulasi jumlah sumberdaya bauksit teknik OK dapat dilihat pada Tabel 4.14. Kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 55,6%-57,4% adalah memiliki nilai yang tertinggi dengan volume 58.968m<sup>3</sup> atau 94.348,8 ton dan 820 blok.

#### 4.5.2. Penaksiran Sumberdaya Bauksit Teknik MIK



Gambar 4.28

Blok model hasil penaksiran teknik MIK (*plan view*)

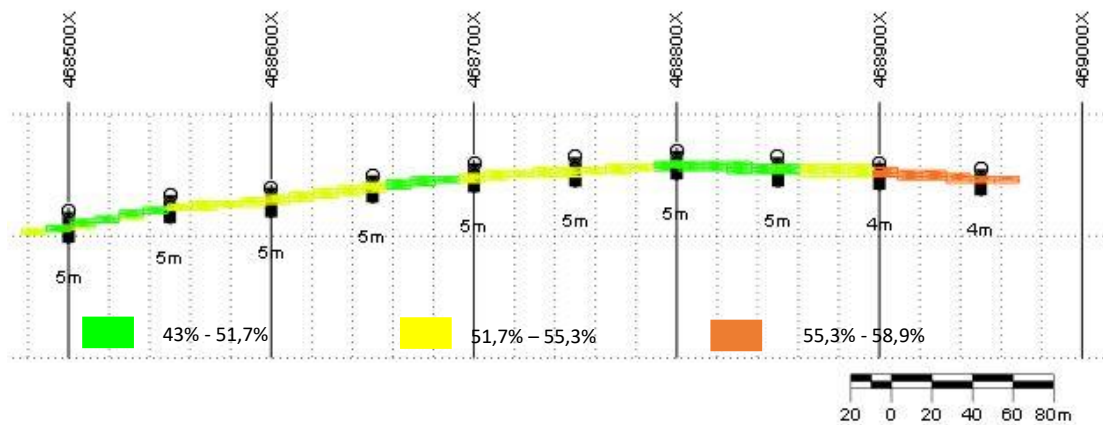


Gambar 4.29

Blok model hasil penaksiran teknik MIK (*3D view*)

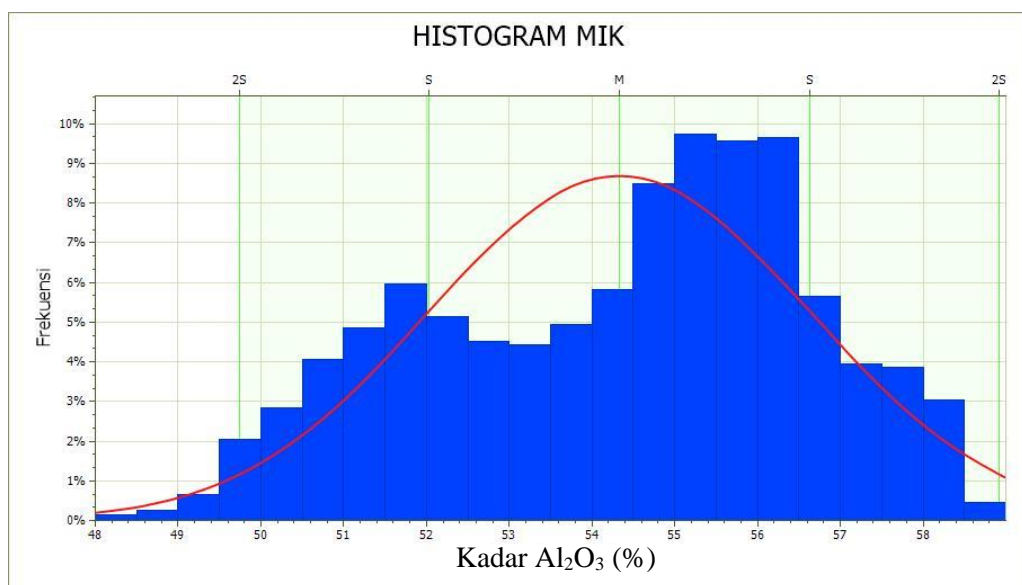


Penaksiran sumberdaya bauksit teknik MIK dilakukan pada titik kadar  $Al_2O_3$  dengan menggunakan ukuran blok kosong (lihat Tabel 4.2). tiap blok akan memiliki satu nilai hasil penaksiran kadar  $Al_2O_3$ . Parameter penaksiran yang diperlukan meliputi hasil analisis *fitting* variogram indikator (Tabel 4.8) dan parameter *ellipsoid* (Tabel 4.9). Setelah dilakukan penaksiran kadar  $Al_2O_3$ , selanjutnya pada setiap blok diberi indikator warna untuk keterangan yang menggambarkan besaran kadar pada setiap blok.



Gambar 4.30

Sayatan blok model teknik MIK 2 dimensi



Gambar 4.31

Histogram blok model penaksiran teknik MIK

Hasil penaksiran sumberdaya bauksit teknik MIK menunjukkan kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  43 % - 51,7 % berwarna hijau, kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  51,7 % - 55,3 % berwarna kuning, dan kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  55,3% - 58,9% berwarna jingga. Hasil sayatan blok model teknik MIK dapat dilihat pada Gambar 4.30. Setelah interpolasi, kemudian dilakukan analisis statistik pada hasil penaksiran kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  teknik MIK. Hasil analisis statistik dapat dilihat pada Tabel 4.15 dan histogram hasil penaksiran teknik MIK pada Gambar 4.31.

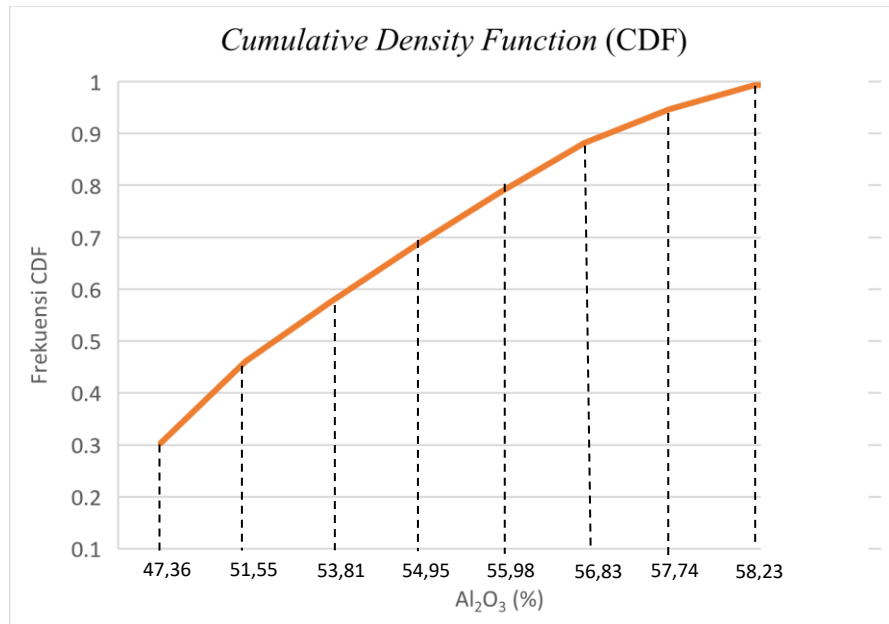
Tabel 4.15

Hasil analisis statistik penaksiran teknik MIK

Parameter	Taksiran MIK
<i>Data (n)</i>	4627
<i>Minimum Value</i>	48,15
<i>Maximum Value</i>	58,7
<i>Mean</i>	54,32
<i>Median</i>	54,76
<i>Variance</i>	5,26
<i>Standard Deviation</i>	2,29
<i>Coeff. of Variation</i>	0,0422
<i>Skewness</i>	-0,31
<i>Kurtosis</i>	-0,83

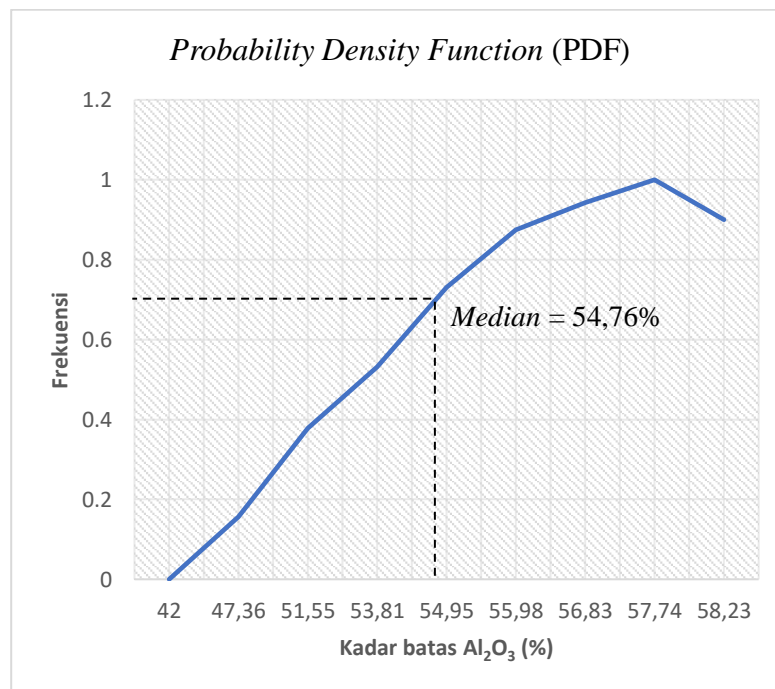
Berdasarkan hasil analisis statistik dan histogram blok model MIK, menunjukkan distribusi data ke arah kanan atau data kadar tinggi. Nilai *skewness* adalah senilai -0,31 dan *kurtosis* senilai -0,83. Langkah selanjutnya dilakukan membuat kurva distribusi probabilitas komulatif atau *cumulative density function* (CDF).

Hasil penaksiran sumberdaya bauksit teknik MIK dapat dibuat untuk mengetahui kurva CDF pada kadar batas yang telah ditentukan (lihat Tabel 4.7). Hasil CDF dalam teknik MIK ini dapat membantu ahli geologi dan ahli tambang untuk mengetahui kadar blok dalam suatu model sumberdaya. Kurva CDF pada Gambar 4.32 menunjukkan kadar batas 47,36 % memiliki frekuensi CDF terendah yaitu senilai 0,3. Pada kadar batas 57,74% - 58,23% memiliki frekuensi CDF senilai 1. Nilai tengah (*median*) 55,98% memiliki frekuensi CDF senilai 0,8.



Gambar 4.32

*Cumulative density function* kadar batas terpilih dari sumberdaya bauksit



Gambar 4.33

Kurva *probability density function* (PDF) dari data indikator

Langkah selanjutnya membuat kurva probabilitas atau *probability density function* (PDF). Kurva PDF merupakan suatu fungsi yang sering digunakan dalam teori statistika untuk menjelaskan perilaku distribusi probabilitas. Berdasarkan kurva PDF pada Gambar 4.33, nilai tengah (*median*) yang didapat adalah 54,76% kadar  $Al_2O_3$  dengan frekuensi PDF 0,71. Kadar batas 47,36 % memiliki frekuensi PDF terendah yaitu senilai 0,19. Pada kadar batas 57,74% memiliki frekuensi PDF senilai 1. Langkah selanjutnya dilakukan penaksiran jumlah sumberdaya bauksit yang diperoleh.

Tabel 4.16

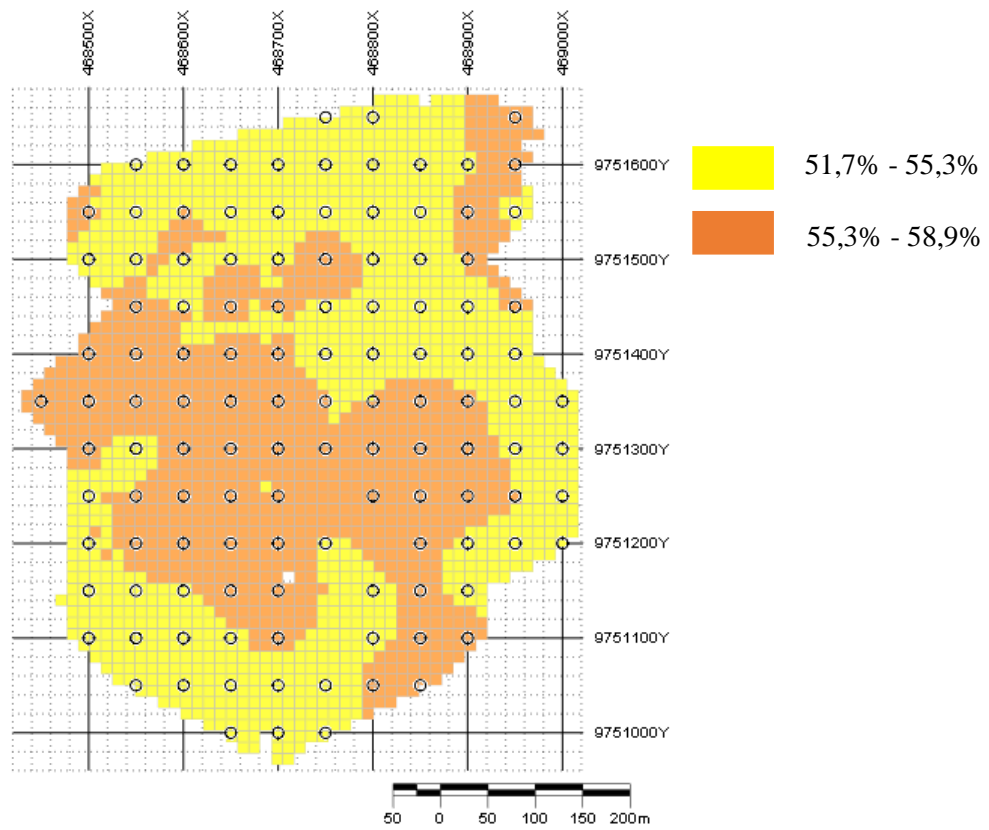
Tabulasi jumlah sumberdaya teknik MIK

Kadar (%)	Sumberdaya bauksit		Kadar rata-rata (%)	Blocks
	Volume (m <sup>3</sup> )	Tonase (ton)		
47,36-51,55	52.272	83.653,2	50,64	726
51,55-53,81	73.656	117.849,6	52,63	1023
53,81-54,95	51.336	82.137,6	54,45	713
54,95-55,98	66.240	105.984	55,48	920
55,98-56,83	47.736	76.377,6	56,37	663
56,83-57,74	23.040	36.864	57,28	320
57,74-58,23	18.864	30.182,4	58,1	262
Total	333.144	533.030,4	54,99	4627

Tabulasi jumlah sumberdaya bauksit teknik MIK dapat dilihat pada Tabel 4.16. Jumlah penaksiran sumberdaya bauksit dengan densitas 1,6 diperoleh total volume bauksit sebesar 333.144 m<sup>3</sup> atau total tonase sebesar 533.030,4 ton. Total seluruh blok adalah 4.627 blok dengan kadar rata-rata  $Al_2O_3$  yang didapatkan senilai 54,99 %. Kadar  $Al_2O_3$  51,55%-53,81% adalah memiliki nilai yang tertinggi dengan volume 73.656m<sup>3</sup> atau 117.849,6 ton dan 1.023 blok.

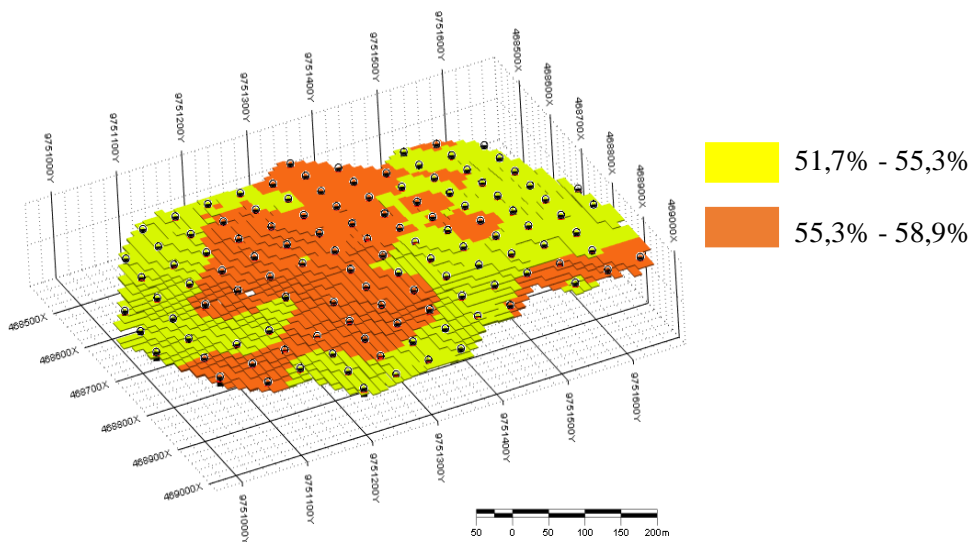
#### 4.5.3. Penaksiran Sumberdaya Bauksit Teknik Med IK

Penaksiran sumberdaya bauksit teknik Med IK dilakukan pada titik kadar  $Al_2O_3$  dengan menggunakan ukuran blok kosong (lihat Tabel 4.2). Setiap blok akan memiliki satu nilai hasil penaksiran kadar  $Al_2O_3$ . Parameter penaksiran yang diperlukan meliputi hasil analisis *fitting* variogram indikator (lihat pada Tabel 4.11) diambil dari nilai *median* senilai 55,98% dan parameter *ellipsoid* (lihat Tabel 4.12).



Gambar 4.34

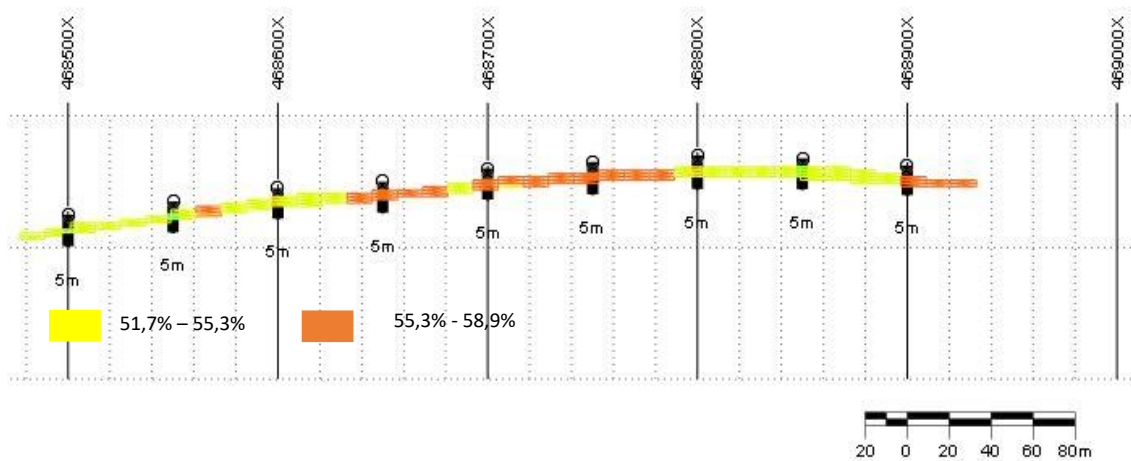
Blok model hasil penaksiran teknik Med IK (*plan view*)



Gambar 4.35

Blok model hasil penaksiran teknik Med IK (*3D view*)

Setelah dilakukan penaksiran kadar  $Al_2O_3$ , selanjutnya pada setiap blok diberi indikator warna untuk keterangan yang menggambarkan besaran kadar pada setiap blok. Hasil penaksiran sumberdaya bauksit teknik Med IK menunjukkan kadar  $Al_2O_3$  51,7 % - 55,3 % berwarna kuning dan kadar  $Al_2O_3$  55,3% - 58,9% berwarna jingga. Hasil sayatan blok model teknik Med IK dapat dilihat pada Gambar 4.36. Setelah interpolasi, kemudian dilakukan analisis statistik pada hasil penaksiran kadar  $Al_2O_3$  teknik Med IK. Hasil analisis statistik dapat dilihat pada Tabel 4.17 dan histogram hasil penaksiran teknik Med IK pada Gambar 4.37.



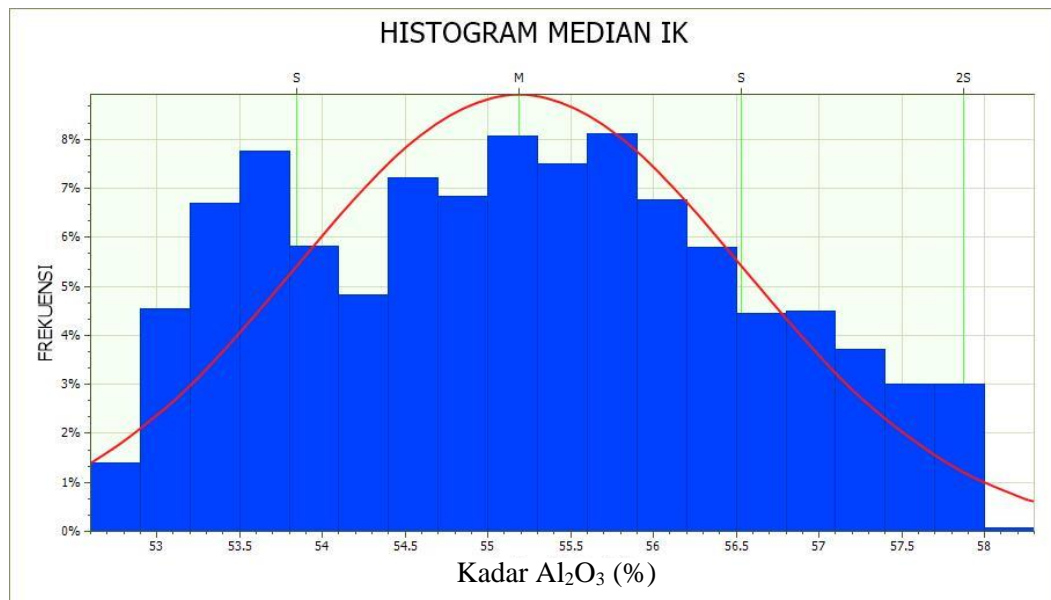
Gambar 4.36

Sayatan blok model teknik Med IK 2 dimensi

Tabel 4.17

Hasil analisis statistik penaksiran teknik Med IK

Parameter	Taksiran Med IK
<i>Data (n)</i>	4627
<i>Minimum Value</i>	52,6
<i>Maximum Value</i>	58
<i>Mean</i>	55,157
<i>Median</i>	55,155
<i>Variance</i>	1,79
<i>Standard Deviation</i>	1,34
<i>Coeff. of Variation</i>	0,0243
<i>Skewness</i>	0,14
<i>Kurtosis</i>	-0,91



Gambar 4.37

Histogram blok model penaksiran teknik Med IK

Berdasarkan hasil analisis statistik dan histogram blok model Med IK, menunjukkan distribusi data cenderung ke arah kiri atau bernilai positif. Nilai *skewness* adalah senilai 0,14 dan *kurtosis* senilai -0,91. Langkah selanjutnya dilakukan penaksiran jumlah sumberdaya bauksit yang diperoleh.

Tabel 4.18

Tabulasi jumlah sumberdaya teknik Med IK

Kadar (%)	Sumberdaya bauksit		Kadar rata-rata (%)	Blocks
	Volume (m <sup>3</sup> )	Tonase (ton)		
52,6-53	8.712	13.939,2	52,85	121
53-54	74.880	119.808	53,51	1.040
54-55	69.912	111.859,2	54,54	971
55-56	85.248	136.396,8	55,49	1.184
56-57	59.112	94.579,2	56,45	821
57-58	35.280	56.448	57,47	490
Total	333.144	533.030,4	55,05	4.627

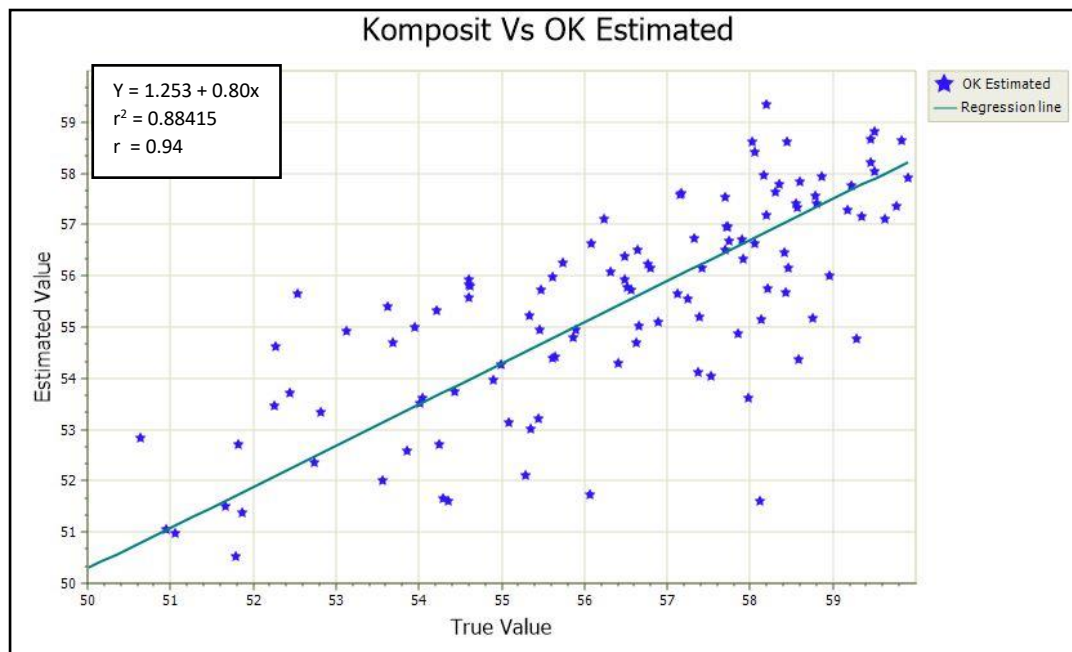
Tabulasi jumlah sumberdaya bauksit teknik Med IK dapat dilihat pada Tabel 4.18. Jumlah penaksiran sumberdaya bauksit dengan densitas 1,6 diperoleh total volume

bauksit sebesar 333.144 m<sup>3</sup> atau total tonase sebesar 533.030,4 ton. Total seluruh blok adalah 4.627 blok dengan kadar rata-rata Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang didapatkan senilai 55,05 %. Kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 55%-56% adalah memiliki nilai yang tertinggi dengan volume 85.248m<sup>3</sup> atau 136.396,8 ton dan 1.184 blok.

#### 4.6. Akurasi Teknik Penaksiran

Akurasi teknik penaksiran yang dilakukan adalah validasi silang, kurva probabilitas kumulatif dan visualisasi *trend* dari sayatan 2 dimensi dari ke tiga teknik geostatistik. Hasil penaksiran akan dibandingkan dengan komposit (*raw data*) dengan validasi silang (*cross validation*) untuk mengevaluasi akurasi penaksiran dari ke tiga teknik geostatistik.

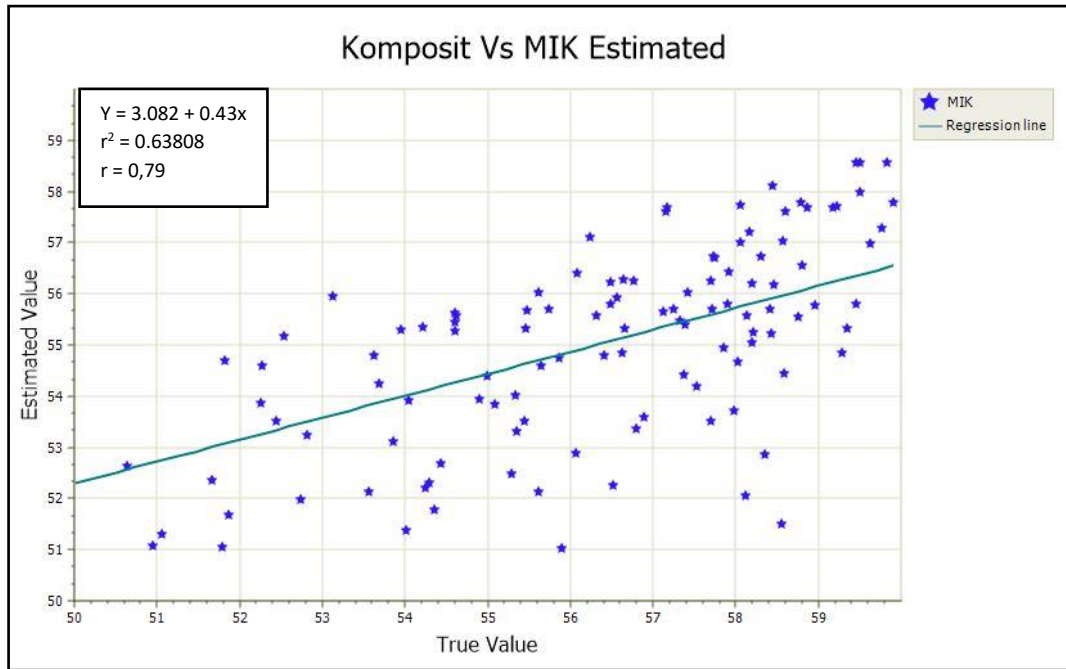
Hasil validasi silang akan menunjukkan hubungan antara taksiran kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (*estimated value*) dan data komposit kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (*true value*) dengan parameter koefisien korelasi (*r*), koefisien determinasi (*r*<sup>2</sup>), *Y*-intercept, *root mean squared error* (RMSE), *slope*, dan derajat *slope*. Hasil validasi silang dapat dilihat pada Gambar 4.38 sampai Gambar 4.40 dan Tabel 4.19.



Gambar 4.38

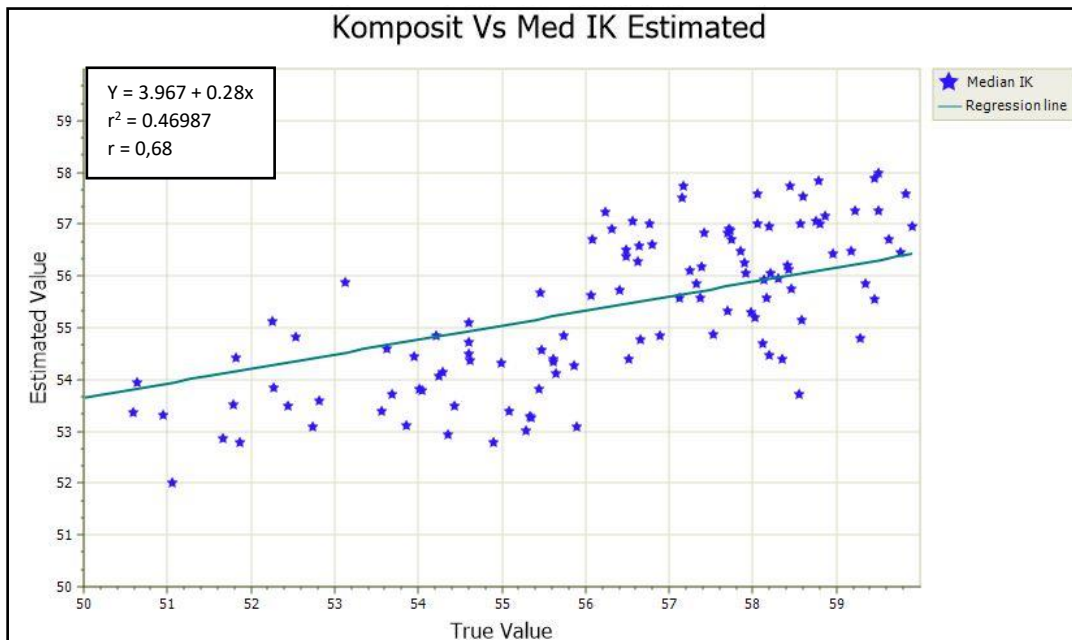
Scatter plot (x,y) taksiran OK (*estimated value*) dan komposit (*true value*) Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>





Gambar 4.39

Scatter plot (x,y) taksiran MIK (*estimated value*) dan komposit (*true value*)  $Al_2O_3$



Gambar 4.40

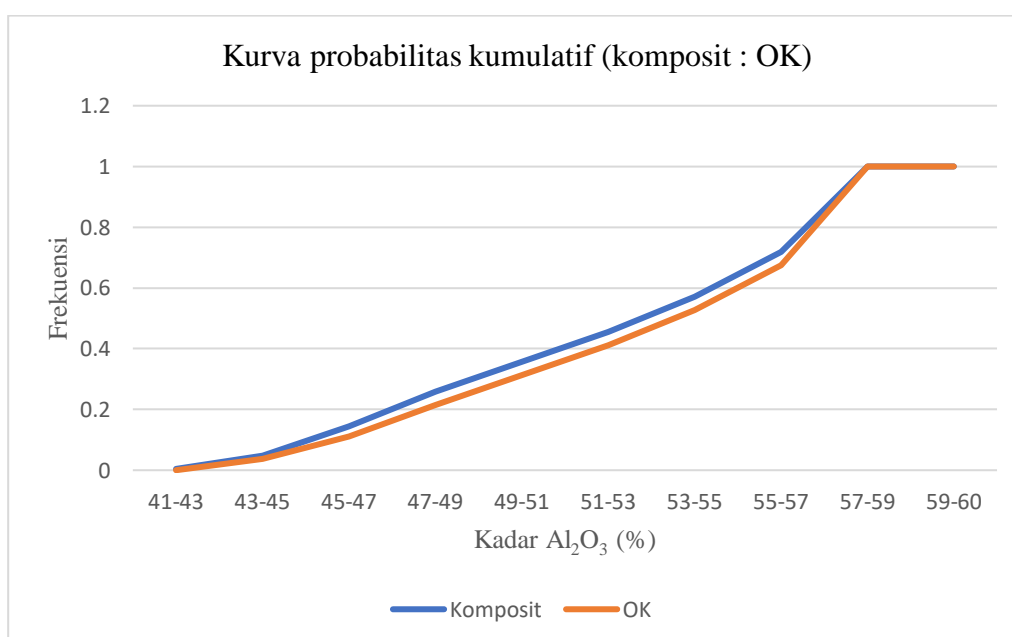
Scatter plot (x,y) taksiran Med IK (*estimated value*) dan komposit (*true value*)  $Al_2O_3$

Tabel 4.19

Hasil regresi linier validasi silang kadar taksiran dan komposit

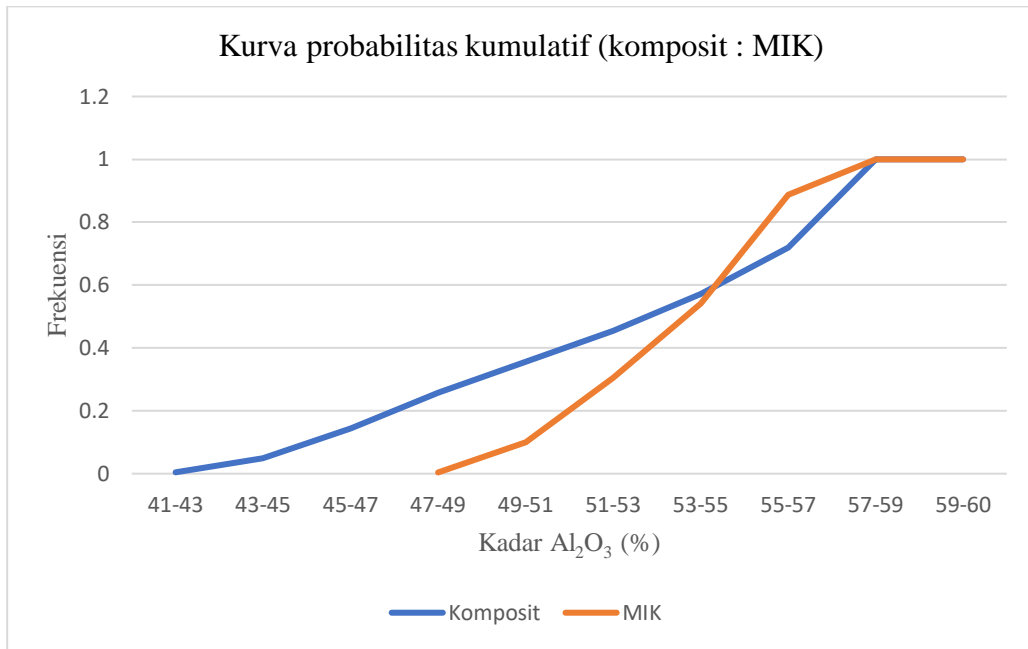
Teknik	koefisien korelasi (r)	koefisien determinasi (r <sup>2</sup> )	<i>Y-intercept</i>	<i>slope</i>	derajat <i>slope</i>	RMSE
OK	0,94	0,884	1,253	0,8	43,3°	0,302
MIK	0,79	0,638	3,082	0,43	38,4°	0,466
Med IK	0,68	0,469	3,96	0,28	34,23°	0,765

Berdasarkan hasil validasi silang di atas, teknik OK memiliki nilai RMSE yang paling kecil dari semua teknik senilai 0,302. Semakin kecil nilai RMSE suatu model penaksiran, maka semakin akurat model penaksiran tersebut (*Bargawa, 2018*). Nilai koefisien korelasi (r) teknik OK senilai 0,88 atau mendekati 1 yang memiliki nilai lebih baik dari pada semua teknik. Sedangkan teknik Med IK memiliki nilai RMSE paling besar senilai 0,765 dengan nilai koefisien korelasi (r) 0,67 atau menjauhi 1.



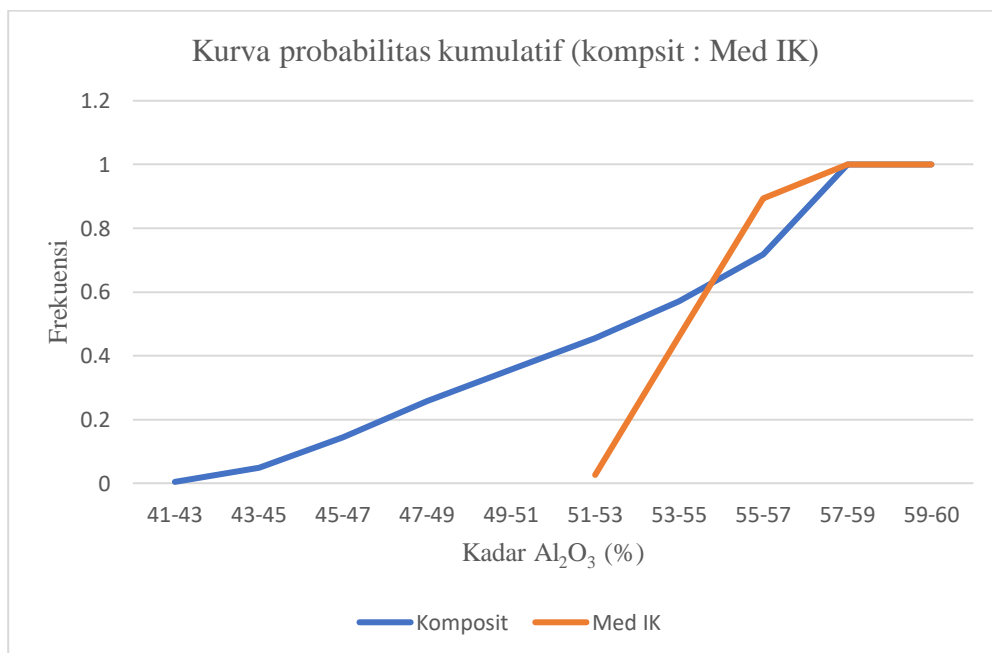
Gambar 4.41

Kurva probabilitas komulatif kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> komposit banding taksiran kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> teknik OK, teknik OK mendekati data komposit (*raw data*)



Gambar 4.42

Kurva probabilitas kumulatif kadar  $Al_2O_3$  komposit banding taksiran kadar  $Al_2O_3$  teknik MIK, teknik MIK menjauhi data komposit (*raw data*)



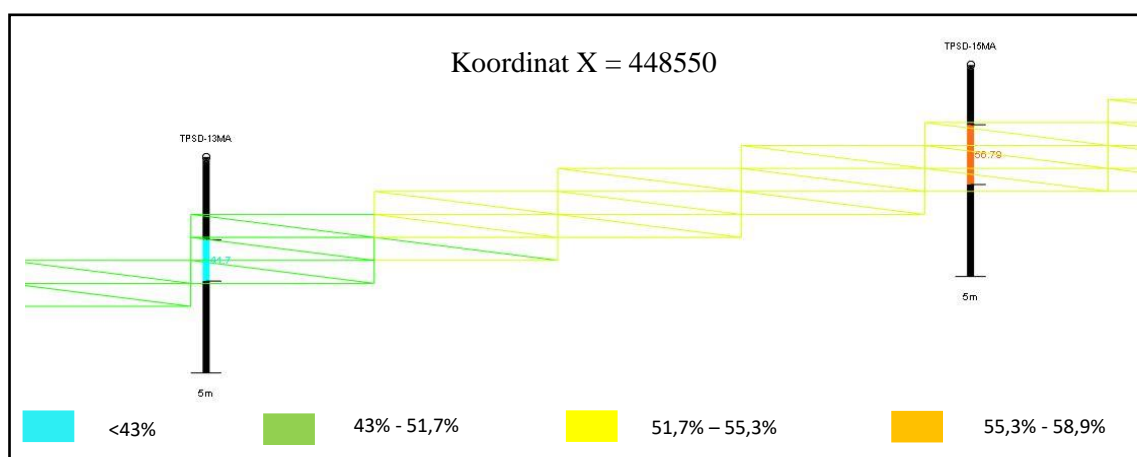
Gambar 4.43

Kurva probabilitas kumulatif kadar  $Al_2O_3$  komposit banding taksiran kadar  $Al_2O_3$  teknik Med IK, teknik Med IK semakin menjauhi data komposit (*raw data*)

Langkah selanjutnya membuat kurva probabilitas kumulatif dari data komposit kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dibandingkan dengan taksiran kadar blok model masing-masing teknik geostatistik yang digunakan. Kurva ini akan menunjukkan kondisi takbias apabila rata-rata kadar taksiran sama dengan kadar komposit, sedangkan bias diindikasikan dengan adanya pergeseran kurva teknik taksiran terhadap kompositnya. Kurva probabilitas kumulatif dapat dilihat pada Gambar 4.41 (komposit : OK), Gambar 4.42 (komposit : MIK), dan Gambar 4.43 (komposit : Med IK).

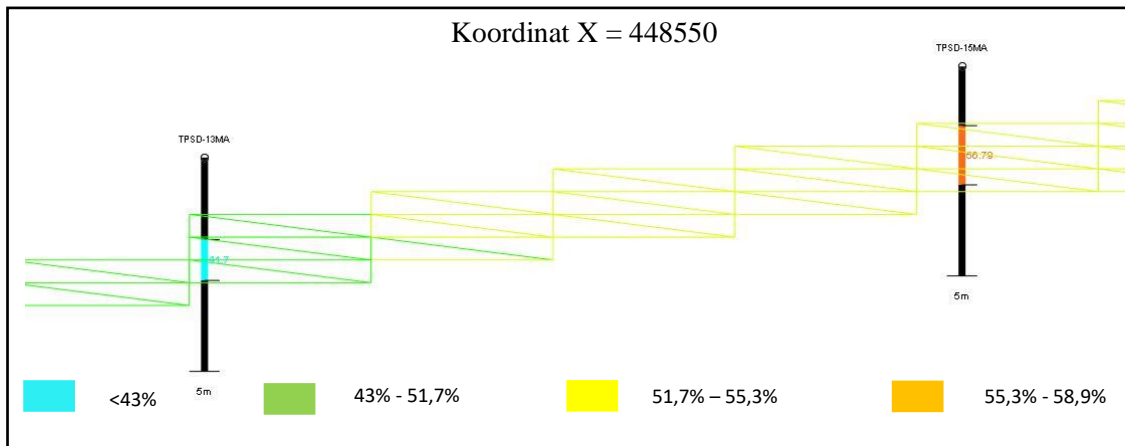
Berdasarkan kurva probabilitas di atas, semua teknik penaksiran mengalami pergeseran kurva sehingga dapat dikatakan bias. Kurva probabilitas kumulatif teknik OK (Gambar 4.41) memiliki kurva yang paling mendekati kurva komposit, sedangkan kurva probabilitas kumulatif teknik Med IK (Gambar 4.43) memiliki kurva yang paling menjauhi kurva komposit.

Visualisasi *trend* dilakukan secara visual dengan sayatan-sayatan secara vertikal 2 dimensi. Blok model akan disayat bersamaan dengan data bor yang telah dikompositkan, korelasi yang baik terjadi apabila antara blok model yang disayat dan data bor pada lokasi yang sama mempunyai *trend* warna yang sama.



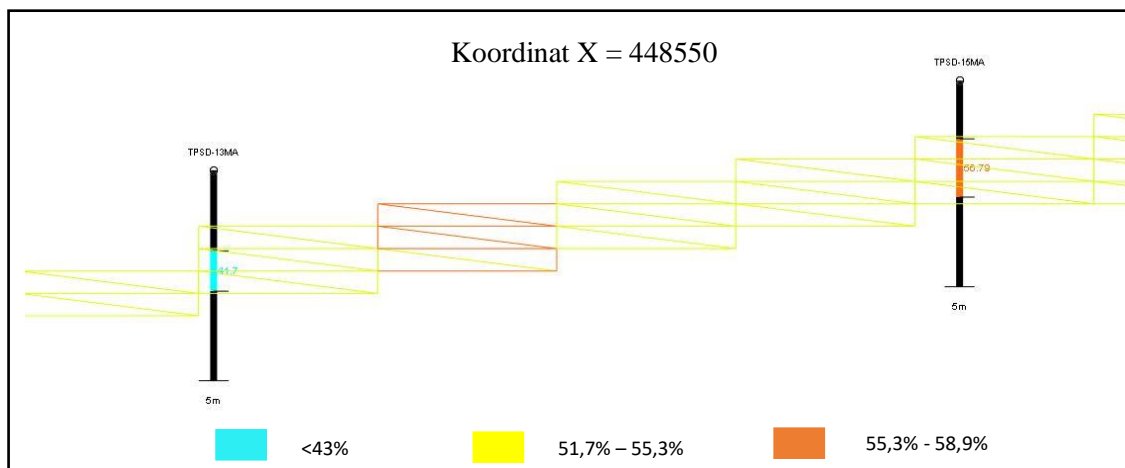
Gambar 4.44

Visualisasi *trend* sayatan komposit banding taksiran OK, teknik OK mendekati data komposit (*raw data*)



Gambar 4.45

Visualisasi *trend* sayatan komposit banding taksiran MIK, teknik MIK mendekati data komposit (*raw data*)



Gambar 4.46

Visualisasi *trend* sayatan komposit banding taksiran Med IK, teknik Med IK menjauhi data komposit (*raw data*)

Dalam visualisasi ini akan ada 5 *trend* warna kadar  $Al_2O_3$  yang memiliki rentang kadar masing-masing dan berlaku sama pada data bor komposit maupun blok model. Warna *cyan* menunjukkan rentang kadar  $< 43\%$ , warna *hijau*  $34\% - 51,7\%$ , warna *kuning*  $51,7\% - 55,3\%$ , dan warna *jingga*  $55,3\% - 58,9\%$ . Hasil visualisasi *trend* sayatan dapat dilihat pada Gambar 4.44 (komposit:OK), Gambar 4.45 (komposit : MIK), dan Gambar 4.46 (komposit : Med IK).

Berdasarkan hasil visualisasi *trend* sayatan di atas, hasil taksiran kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  teknik OK dan MIK memiliki warna yang hampir sama dengan kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  komposit, namun teknik OK menghasilkan taksiran kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang lebih mendekati komposit kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Hasil taksiran kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  teknik Med IK menghasilkan *trend* warna yang tidak sama dengan komposit kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .


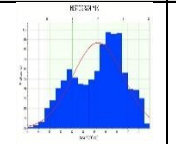
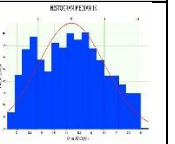
## BAB V PEMBAHASAN

### 5.2. Analisis Perbandingan Teknik OK, MIK, dan Med IK

Analisis perbandingan teknik OK, MIK, dan Med IK menggunakan beberapa cara, yaitu dengan membandingkan hasil dari analisis statistik antara komposit dan hasil taksiran teknik geostatistik, hasil validasi silang, hasil kurva probabilitas kumulatif, dan visualisasi *trend* sayatan. Perbandingan hasil statistik antara data komposit dengan hasil taksiran teknik geostatistik dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

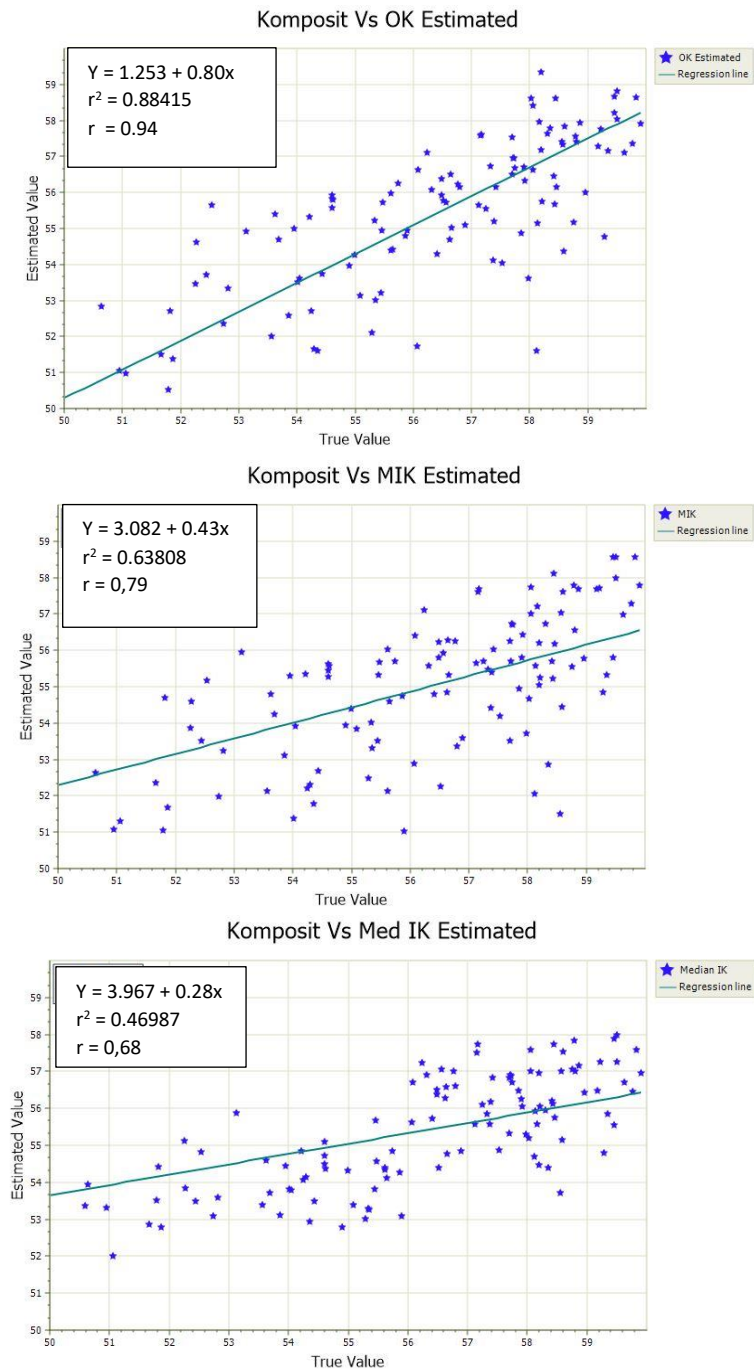
Tabel 5.1

Hasil analisis statistik antara data komposit dan hasil taksiran

Uraian	Teknik		
	OK	MIK	Med IK
<i>Histogram</i>			
<i>Data (n)</i>	4627	4627	4627
<i>Max Value</i>	42,7	48,15	52,6
<i>Min Value</i>	59,5	58,7	58
<i>Mean</i>	52,2	54,32	55,157
<i>Median</i>	52,4	54,76	55,155
<i>Variance</i>	6,04	5,26	1,79
<i>Std. Deviation</i>	2,45	2,29	1,34
<i>Coeff. Of Variation</i>	0,045	0,0422	0,0243
<i>Skewness</i>	-0,3	-0,31	0,14
<i>Kurtosis</i>	-0,96	-0,83	-0,91
<i>RMSE</i>	0,302	0,466	0,765

Berdasarkan perbandingan hasil analisis statistik di atas, teknik Med IK memiliki CV yang paling kecil senilai 0,0243, namun nilai RMSE-nya besar senilai 0,765. Teknik MIK juga memiliki nilai CV yang lebih kecil daripada teknik OK yaitu senilai 0,0422, namun nilai RMSE-nya lebih besar daripada teknik OK senilai 0,466. Walaupun teknik OK memiliki nilai CV yang tinggi daripada yang lain, tetapi nilai CV masih dibawah nilai 0,5 (Isaaks dan Srivastava, 1989), dan memilik

nilai RMSE yang paling kecil senilai 0,302. Langkah selanjutnya adalah melihat hasil validasi silang dengan *scatterplot*  $x,y$ .

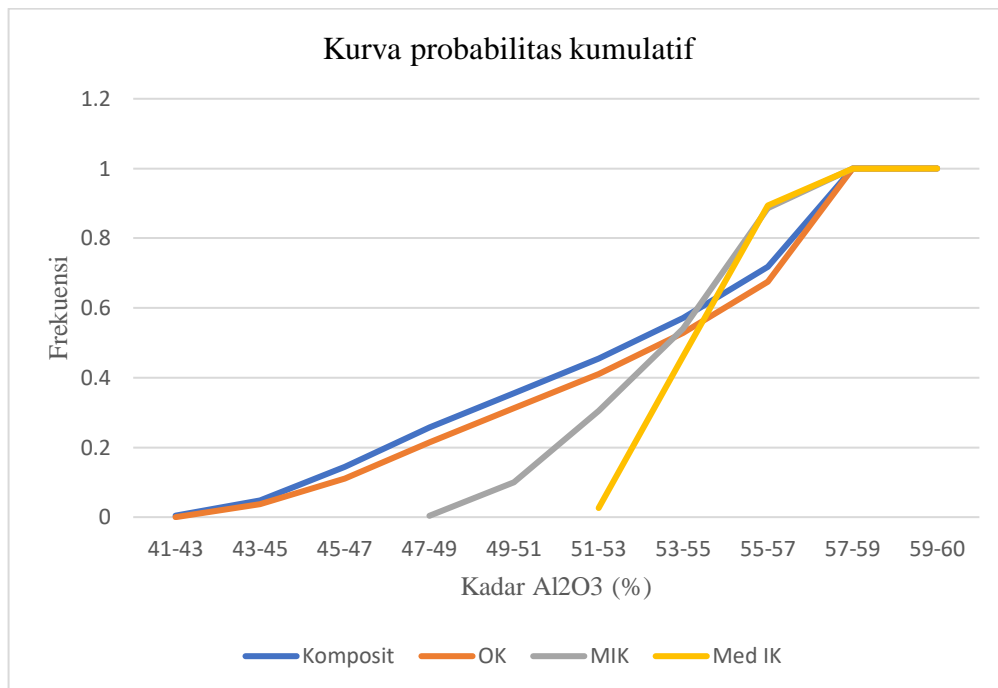


Gambar 5.1

*Scatterplot*  $x,y$  komposit vs hasil taksiran sumberdaya bauksit



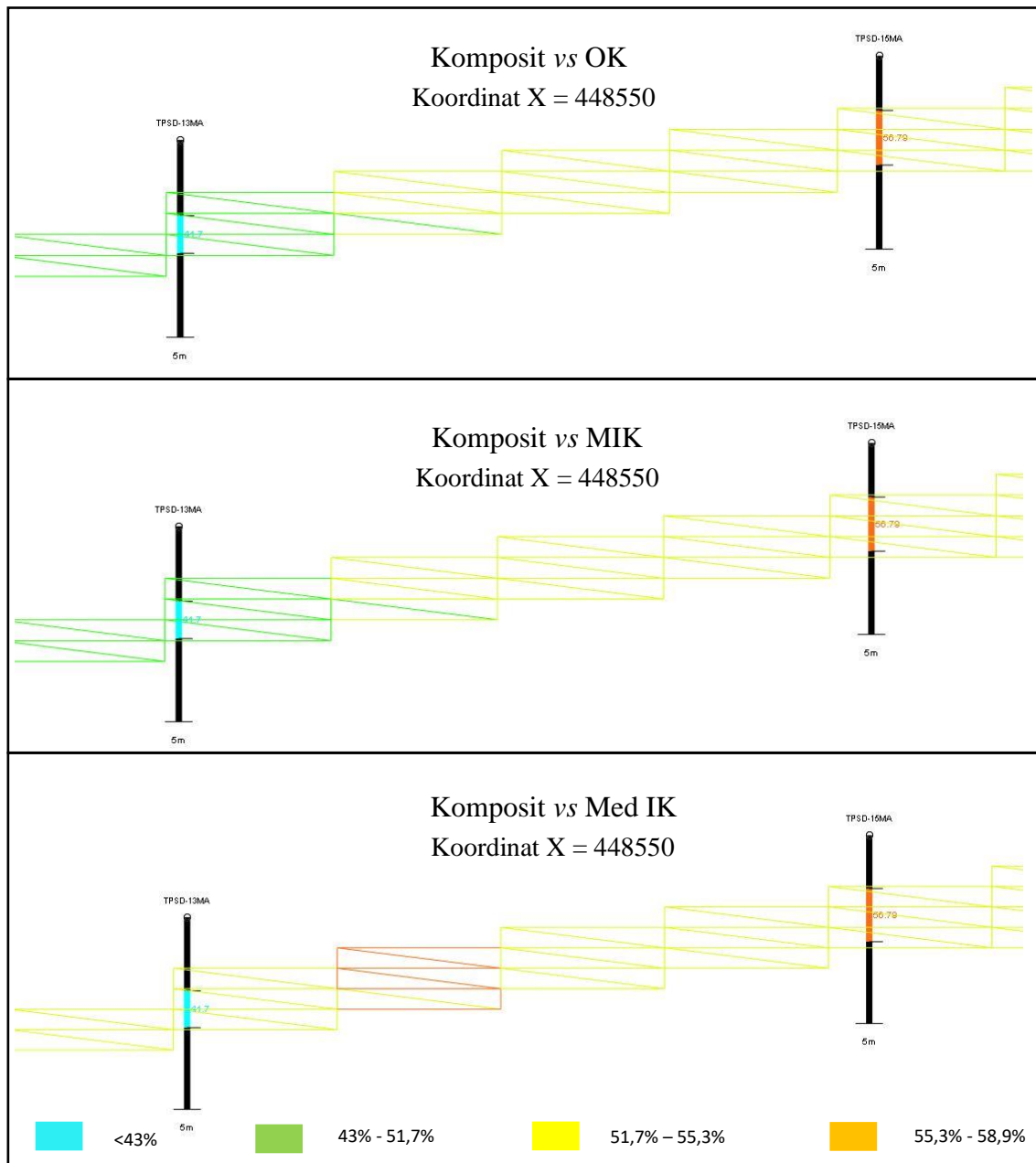
Berdasarkan *scatterplot x.y* di atas, teknik OK lebih baik daripada teknik MIK dan Med IK. Hal tersebut dilihat dari data yang mendekati ke garis regresi linier dengan nilai  $r$  yang mendekati angka 1 atau  $45^\circ$ . Sedangkan pada teknik MIK dan Med IK terlihat bahwa titik data menjauhi garis regresi linier dengan nilai  $r$  yang menjauhi angka 1. Langkah selanjutnya melihat hasil perbandingan kurva probabilitas kumulatif.



Gambar 5.2

Kurva probabilitas kumulatif komposit banding hasil penaksiran sumberdaya bauksit

Berdasarkan hasil kurva probabilitas kumulatif di atas, hasil taksiran teknik OK mendekati data komposit. Hal tersebut dapat dilihat pada kurva berwarna jingga mendekati ke kurva berwarna biru, namun tetap dikatakan bias karena kurva bergeser menjauhi data komposit. Hasil taksiran teknik MIK dan Med IK juga dikatakan bias karena menjauhi kurva komposit terlalu jauh, sehingga penaksiran sumberdaya bauksir teknik OK dapat dinilai baik daripada teknik MIK atau Med IK. Langkah terakhir adalah melakukan visualisasi *trend* sayatan 2 dimensi antara data komposit dengan hasil taksiran.



Gambar 5.3

Visualisasi *trend* sayatan 2 dimensi komposit vs hasil taksiran sumberdaya bauksit, teknik OK dan MIK mendekati data komposit namun teknik Med IK menjauhi data komposit

Berdasarkan hasil visualisasi *trend* sayatan 2 dimensi di atas, hasil taksiran kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> teknik OK dan MIK memiliki warna yang hampir sama dengan kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> komposit, namun teknik OK menghasilkan taksiran kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang lebih

mendekati komposit kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Hasil taksiran kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  teknik Med IK menghasilkan *trend* warna yang tidak sama dengan komposit kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

Dari hasil perbandingan di atas, teknik OK mendominasi dengan hasil taksiran yang lebih baik daripada teknik MIK dan Med IK. Dihubungkan dengan kondisi geologi di Kabupaten Ketapang, bahwa daerah penelitian termasuk di formasi batuan Gunung Api Karabai dan Granit Sukadana dengan tipe endapan bauksit lapisan (*blanket deposit*) dan termasuk dalam kelas deposit bauksit *alluvial* dalam perlapisan. Jadi, endapan bauksit di daerah penelitian adalah mendekati lapisan datar (*flat*) mengikuti kontur dan mempunyai lapisan di dekat permukaan dengan kemiringan antara  $1^\circ - 5^\circ$ . Disamping itu juga hasil penaksiran sumberdaya bauksit teknik OK juga hampir mirip dengan data komposit yang diambil di daerah penelitian, sehingga teknik OK dinilai baik untuk penaksiran sumberdaya bauksit di Kecamatan Marau, Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat.

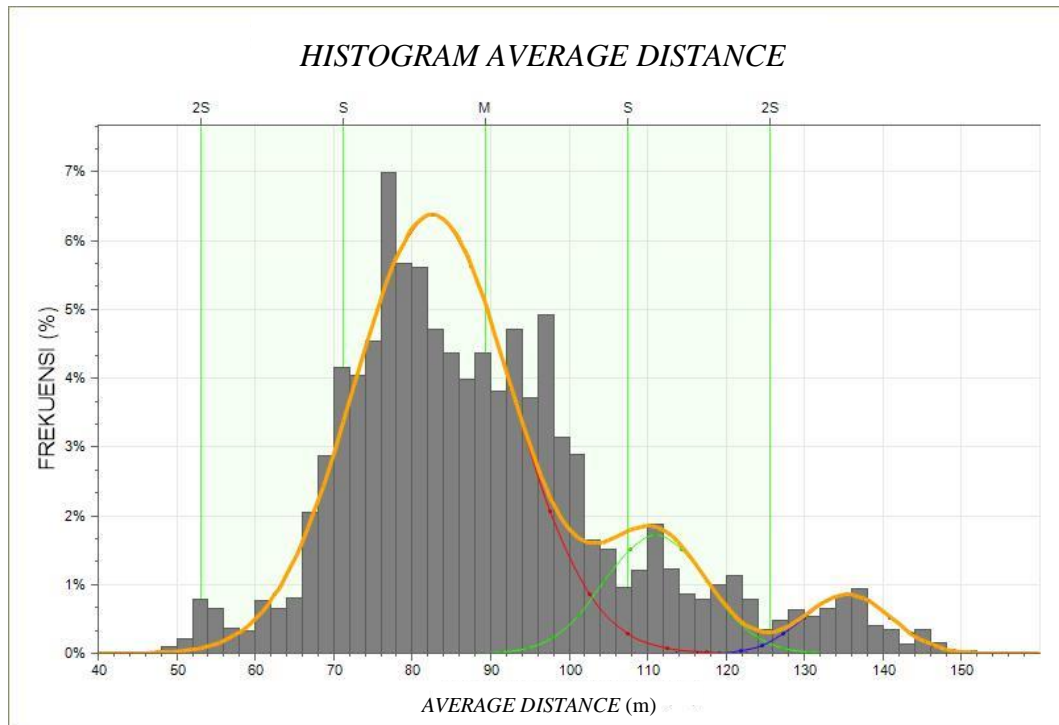
## **5.2. Analisis Hasil Penaksiran Sumberdaya Bauksit Teknik OK**

Penaksiran sumberdaya bauksit dalam penelitian ini menggunakan aplikasi *micromine 2020* yang didasarkan pada permodelan kerangka atau konstruksi blok (*3D block modeling*). Blok model merupakan fungsi geometri mineralisasi di daerah penelitian dan sistem penambangan yang akan digunakan. Permodelan blok sumberdaya bauksit pada penelitian ini memiliki batas koordinat minimal dan maksimal yang akan menjadi batas agar penaksiran kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tidak terekstrapolasi. Ukuran dimensi blok pada penelitian ini adalah 12,5m x 12,5m x 0,5m yang dihitung dari  $\frac{1}{4} \times 50\text{m}$  (jarak antar sumur uji).

Ketika blok model sudah terbentuk, maka blok model kosong tersebut akan diisi dengan taksiran oleh taksiran kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  teknik OK, MIK, dan Med IK. Kadar  $\text{Al}_2\text{O}_3$  di dalam data komposit memiliki nilai minimal 41,34% dan nilai maksimal 60,10%. Asumsi yang digunakan untuk nilai densitas pada PT. Harita Prima Abadi Mineral adalah 1,6.

Klasifikasi sumberdaya bauksit dalam penelitian ini menggunakan nilai jarak rata-rata taksiran (*average distance*). Nilai jarak rata-rata taksiran adalah nilai hasil

perhitungan jarak rata-rata antara data komposit dengan jarak blok, sehingga ditemukan nilai jarak rata-rata blok yang telah dilakukan penaksiran geostatistik. Berdasarkan nilai jarak rata-rata ini, sumberdaya bauksit terbagi menjadi 3 (tiga) kategori yaitu sumberdaya terukur (*measured*), tertunjuk (*indicated*), dan tereka (*inferred*).



Gambar 5.4

*Histogram* nilai jarak rata-rata taksiran (*average distance*) 3 puncak data

Berdasarkan *histogram* di atas (Gambar 5.4), terdapat 3 (tiga) puncak data *average distance*. Puncak data menunjukkan 3 (tiga) klasifikasi sumberdaya bauksit yaitu terukur, tertunjuk, dan tereka. Semakin dekat jarak rata-rata data komposit dengan data taksiran blok, maka dapat dikatakan sumberdaya terukur (*average distance* 40m-105m). Sumberdaya tertunjuk memiliki nilai *average distance* 105m-123m. Semakin jauh jarak rata-rata data komposit dengan data taksiran blok, maka dapat dikatakan sumberdaya tereka (*average distance* 123m-163m).

Tabel 5.2

Klasifikasi sumberdaya bauksit menggunakan *average distance*

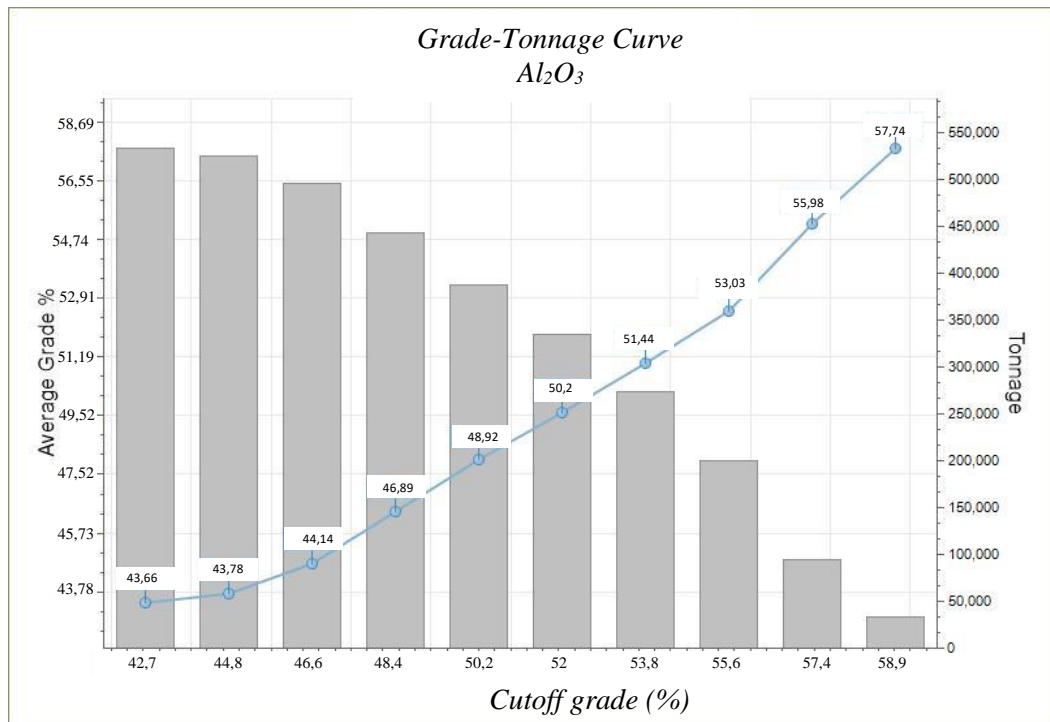
Kadar (%)	Sumberdaya bauksit (ton)			Total (ton)	Kadar rata-rata (%)	Blocks
	Teukur	Tertunjuk	Tereka			
42,7 - 44,8	19.353,6	576	0	19.929,6	43,78	173
44,8 - 46,6	38.592	576	230,4	39.398,4	45,73	342
46,6 - 48,4	52.646,4	2.188,8	0	54.835,2	47,52	476
48,4 - 50,2	46.310,4	5184	921,6	52.416	49,37	455
50,2 - 52	43.545,6	5184	3.801,6	52.531,2	51,19	456
52 - 53,8	50.457,6	4.838,4	6.796,8	62.092,8	52,91	539
53,8 - 55,6	61.862,4	8.409,6	8.294,4	78.566,4	54,74	682
55,6 - 57,4	72.230,4	13.708,8	8.409,6	94.348,8	56,55	819
57,4 - 59,5	66.355,2	10.137,6	2.419,2	78.912	58,69	685
Total	451.353,6	50.803,2	30.873,6	533.030,4	52,27	4.627

Dari analisis *histogram* di atas, didapatkan jumlah sumberdaya bauksit terukur 451.454,6ton, jumlah sumberdaya bauksit tertunjuk 50.803,2ton, dan jumlah sumberdaya bauksit tereka 30.873,6ton. Total keseluruhan sumberdaya bauksit adalah 533.030,4ton dengan jumlah blok 4.672. Kadar rata-rata  $Al_2O_3$  adalah 52,27%.

### 5.3. Analisis Hubungan Kadar dan Tonase $Al_2O_3$ Pada Taksiran Terpilih

Hubungan kadar dan tonase (*grade-tonnage*)  $Al_2O_3$  memberikan interpretasi penting mengenai inventori dari sumberdaya bauksit yang mendukung pengambilan keputusan pada perencanaan tambang. Hal ini merupakan analisis vital pada penaksiran sumberdaya dan kadar batas  $Al_2O_3$  tertentu. Penentuan besaran kadar batas dapat mempengaruhi tonase sumberdaya bauksit.

Pada Gambar 5.7 dan Tabel 5.3 menunjukkan bahwa Jika *cutoff* (%) semakin rendah maka tonase ( $r_0$ ) bauksit yang didapat akan semakin tinggi, dan sebaliknya jika *cutoff* (%) semakin tinggi maka tonase bauksit yang didapat akan semakin rendah. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai kumulatif (Tabel 5.3), jika nilai kumulatif mendekati 1 (satu) maka tonase yang didapat semakin besar. *Cutoff grade* perusahaan adalah 42,7% kadar  $Al_2O_3$ . Kurva hubungan tonase dan kadar ini dapat menjadi dasar analisis lanjutan dalam pertimbangan ekonomi untuk mendapatkan keuntungan yang optimal dalam industri mineral khususnya pertambangan bauksit.



Gambar 5.5

Kurva hubungan antara tonase dengan kadar  $Al_2O_3$

Tabel 5.3

Tabulasi hubungan kadar dan tonase bauksit kadar  $Al_2O_3$

Kadar (%)	Kadar rata-rata (%)	Blocks	Tonase (to)	Cutoff (%)	Avg. $Al_2O_3$ (%)	Kumulatif	Tonase dari cutoff ( $r_0$ )	Ratio
42,7 - 44,8	43,78	173	19.929,6	42,7	51,04	1	533.030,4	0
44,8 - 46,6	45,73	342	39.398,4	44,8	51,97	0,96	513.100,8	0,04
46,6 - 48,4	47,52	476	54.835,2	46,6	52,86	0,89	473.702,4	0,13
48,4 - 50,2	49,37	455	52.416	48,4	53,76	0,79	418.867,2	0,27
50,2 - 52	51,19	456	52.531,2	50,2	54,65	0,69	366.451,2	0,45
52 - 53,8	52,91	539	62.092,8	52	55,54	0,59	313.920	0,70
53,8 - 55,6	54,74	682	78.566,4	53,8	56,43	0,47	251.827,2	1,12
55,6 - 57,4	56,55	819	94.348,8	55,6	57,30	0,33	173.260,8	2,08
57,4 - 58,9	58,12	573	62.973	57,4	58,15	0,15	78.912	5,75
58,9 - 59,5	59,23	112	15.939	58,9	59,20	0,02	15.939	32,44
<b>Total</b>		<b>4.627</b>	<b>533.030,4</b>					

Avg.  $Al_2O_3$  = kadar rata-rata dari cutoff ; Ratio = (total  $t_0 - r_0$ )/ $r_0$

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penaksiran sumberdaya bauksit metode OK dinilai lebih baik dari pada metode MIK dan Med IK, dilihat dari nilai RMSE, *scatter plot*, kurva probabilitas kumulatif, dan visualisasi sayatan. Berdasarkan kondisi geologi daerah penelitian, metode OK juga lebih cocok untuk penaksiran sumberdaya bauksit tipe *blanket deposit* di Kabupaten Ketapang, Provinsi Kalimantan Barat.
2. Penaksiran sumberdaya bauksit metode OK dikategorikan menjadi 3 (tiga) klasifikasi yang didapatkan dari nilai jarak rata-rata (*average distance*). Semakin dekat *average distance* maka dikategorikan sebagai sumberdaya terukur, dan semakin jauh *average distance* maka dikategorikan sebagai sumberdaya tereka. Sumberdaya bauksit terukur, tertunjuk, dan tereka secara berturut-turut 451.454,6ton; 50.803,2ton; dan 30.873,6ton dengan jumlah blok 4.672 dan kadar rata-rata  $Al_2O_3$  52,27%.
3. Kurva hubungan tonase dan kadar  $Al_2O_3$  menunjukkan jika semakin rendah *cutoff grade*  $Al_2O_3$  (%) maka tonase ( $r_0$ ) bauksit yang didapat akan semakin tinggi, dan sebaliknya jika semakin tinggi *cutoff grade*  $Al_2O_3$  (%) maka tonase ( $r_0$ ) bauksit yang didapat akan semakin rendah atau jika nilai kumulatif mendekati 1 (satu) maka tonase yang didapat semakin besar.

#### **6.2. Saran**

Beberapa saran yang perlu diperhatikan berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan adalah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh model variogram seperti *exponential* dan *gaussian* dan pengaruh perbedaan % *sill*.

2. Perlu dilakukan penyempitan jarak antar sumur uji dari 50m menjadi 25m-35m, agar penaksiran sumberdaya bauksit dapat lebih akurat.



## DAFTAR PUSTAKA

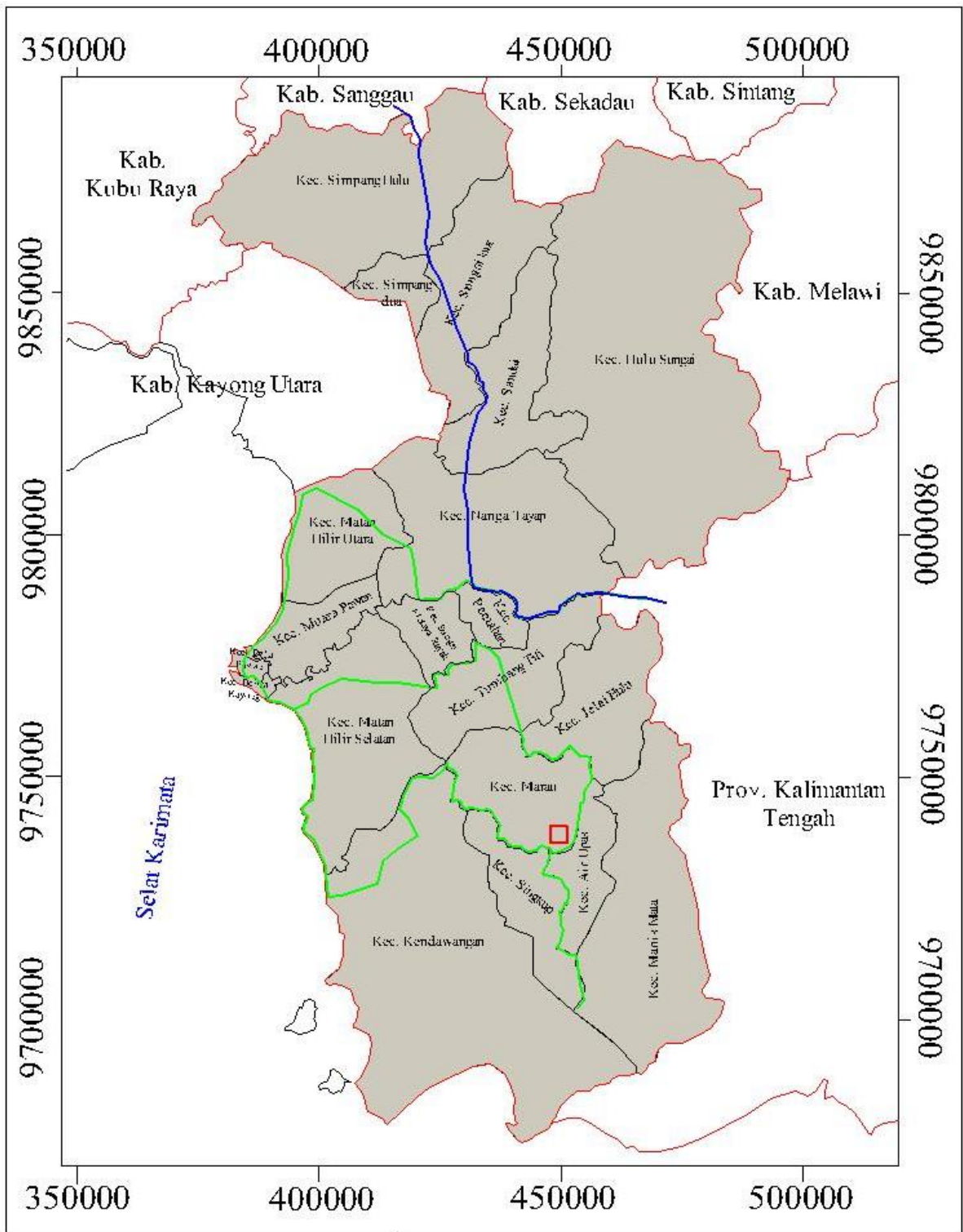
- Almasi, A., 2014, Using OK dan IDW Methods for Prediction the Spatial Variability of A Hotizon Depth and OM in Soils of Shahrekord Iran, *Journal of Environment and Earth Science Vol. 7 , No. 15*.
- Al-Hassan, S., Boamah, E., 2015, Comparison of Ordinary Kriging and Multiple Indicator Kriging Estimates of Asuadai Deposit at Adansi Gold Ghana Limited, *Ghana Mining Journal, Vol. 15, No. 2, pp. 42-49*.
- Amri, N.A., Siri, H.T., 2018, Kriging By Partition : Case of Ciurug Quartz Gold, *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science 212 012056*.
- Armstrong, M., 1998, Basic Linear Geostatistics, *Springer*.
- Asy'ari, M.A., Hidayatullah, R., Zulfadli, A., 2013, Geologi dan Estimasi Sumber daya Nikel Laterit Menggunakan Metode *Ordinary Kriging* Di PT. Aneka Tambang, Tbk, *Jurnal Intekna, Tahun XIII, No. 1, hal. 7-15*.
- Atkinson, P.M., Lloyd, C.D., 1998, Mapping Precipitation in Switzerland with Ordinary and Indicator Kriging, *Journal of Geographic Information and Decision Analysis, vol. 2, no. 2, pp. 65-76, 1998*.
- Badel, M., Angorani, S., Panahi, M.S., 2010, The Application of Median Indicator Kriging and Neural Network in Modeling Mixed Population in an Iron Ore Deposit, *Computers and Geosciences, pp 530-540*.
- Behera, G.S., Sarkar, B.C., 2019, Geology-aided Geostatistical Modelling of a Ferruginous Bauxite Deposit in Eastern India, *Journal Geological Society of India, Vol. 94, pp. 62-68*.
- Bargawa, W.S., 1999, Aplikasi Kriging Indikator Dalam Permodelan Urat Bijih Emas Cikidang Jawa Barat, Tesis Magister, *Program Studi Rekayasa Pertambangan, Program Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung, Bandung*.
- Bargawa, W.S., 2002, Short Course Reserve Modeling for Mining, *Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Bandung, Jawa Barat*.
- Bargawa, W.S., 2009, Aplikasi Kriging Non-Linier Pada Penaksiran Kadar Bijih Emas. *Jurnal Ilmu Kebumihan Teknologi Mineral, 22 (2), hal. 101-114. ISSN 0854-2554*.

- Bargawa, W.S., 2017, Geostatistik Edisi Ke dua, Prodi Teknik Pertambangan, *Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta*, Yogyakarta.
- Bargawa, W.S., Tobing, R., 2019, Analisis Spasial Untuk Penaksiran Sumberdaya Bijih Besi di Site Merangin, *Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta*.
- Deutsch, C.V., Journel, A.G., 1992. GSLIB Geostatistical Software Library and User's Guide. *Oxford University Press, New York*, pp. 340.
- Deutsch, C. V., & Journel, A. G. (1998). GSLIB: Geostatistical software library and user's guide. *Oxford University Press*, pp. 369.
- Guo, H., Deutsch, C.V., 2010. Fluvial Channel Size Determination With Indicator Variograms. *Petroleum Geoscience Vol.16*, pp. 161-169.
- Hill, D., 1998. Comparison of Median Indicator Kriging with Full Indicator Kriging In The Analysis of Spasial Data. *Edith Cowan University*, Perth, Australia.
- Hustrulid. W, Kuchta. M, 1995, "Open Pit Mine Planning & Design Volume 1 Fundamentals 3<sup>rd</sup> Edition". *CRC Press Taylor & Francis Group*.
- Isaaks, E., Srivastava, R.M., 1989, *An Introduction to Applied Geostatistics*, New York : *Oxford University Press*.
- Journel, A. G., 1983. Nonparametric estimation of spatial distributions. *Journal of the International Association for Mathematical Geology*, 15(3), pp. 445–468.
- Journel, A.G., 1988, New Distance Measures : The Route Toward Truly Non-Gaussian Geostatistics, *Mathematical Geology*, Vol 20, No. 4.
- Kim, Y.C., 1988, Advanced Geostatistics for Highly Sweked Data, *Department of Mining and Geological Engineering, Arizona University*.
- Mead, L. J., Bateman., A.M., 1981, *Economic Mineral Deposits 3<sup>rd</sup> Edition*, New York.
- Nugroho, S., 2007. *Dasar-dasar Metode Statistika*. Jakarta: Grasindo.
- Olea, R.A, 2009, *A Practical Primer on Geotratistics, Open-File Report 2009-1103, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia 2009*.
- Oliver, M.A., Webster, R., 2014, *A tutorial guide to geostatistics: Computing and modelling variograms and k riging, Catena*, pp. 56 – 69.

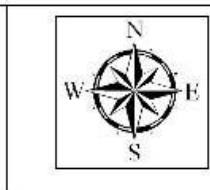
- Permana, A., 2019, Analisis Pengaruh Modl Variogram, Parameter Variogram, Dan Ukuran Blok Pada Estimasi Kadar Sumberdaya Nikel Dengan Meode Geostatistik. *Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta*.
- Purnomo, H., 2016, Analisis Pendekatan Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) dan *Ordinary Kriging* (OK) Dalam Penaksiran Sumber Daya Laterit Nikel Di Blok "R" PT. Kemakmuran Pertiwi Tambang, Magister Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
- Ramadhan, F. R., 2014, Geologi, Karakteristik, Dan Ganesa Endapan Laterit Bauksit PT. Antam (Persero) Tbk. Unit Geomin, Daerah Kenco, Kabupaten Landak, Provinsi Kalimantan Barat. *Universitas Diponegoro, Semarang*.
- Rickard, 1972. Classification of Translational Fault Slip, *Geological Sociaty of America*.
- Rustam, M., 2017, Geologi dan Estimasi Sumberdaya dengan Metode *Ordinary Kriging* Pada Endapan Bauksit di Kecamatan Anjongan dan Tobo, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat. *Program Studi S-2 Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada, Prosiding Seminar Nasional XII RETII 2017*.
- Rustandi, E., De Keyser, F., 1993, Geology Of The Ketapang Sheet Area Kalimantan, *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung*.
- Sarkar, B.C., O'Leary, J., Mill, A.J.B., 1988, An Integrated Approach to Geostatistical Evaluation, *Mining Magz, Vol.159(3), pp.199–207*.
- Sarkar, B.C., 2005, Developments in Geomathematical Modelling and Computer Applications in Mineral Resources Assessment, *Journal Geological Society of India, Vol. .66(6), pp.713-724*.
- Sarkar, B.C., 2014, Geostatistics: Concepts and Applications in Mineral Deposit Modelling for Exploration and Mining. *Jour. Indian Geol. Congress, Vol. 6 (1), pp.3-16*.
- Shaffer, J.W., 1975. Bauxite raw materials. In: Industrial Minerals and Rocks (Non-metallic other than Fuels). *Amer Inst Mining Metall Petroleum Engineering. Inc., pp. 442–459*.
- Veleton, I., 1972, Bauxites. *Elsevier Publishing Company, Amsterdam*.
- Yasrebi, J., 2009, Evaluation and Comparison of Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting Methods for Prediction of Spatial Variability of Some Soil Chemical Parameters, *Research Journal of Biological Sciences 4, pp. 93-102*.

\_\_\_\_\_, 2011, Kode Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumberdaya Mineral, dan Cadangan Mineral Indonesia, *Komite Cadangan Mineral Indonesia (KCMi)*.

**LAMPIRAN A**  
**PETA KESAMPAIAN DAERAH PENELITIAN**



PETA KESAMPAIAN DAERAH  
 DESA KARYA BARU  
 KECAMATAN MARAU  
 KABUPATEN KETAPANG  
 PROVINSI KALIMANTAN BARAT



UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR  
 PROJECTION SPHEROID & DATUM  
 WGS 84/98

SKALA

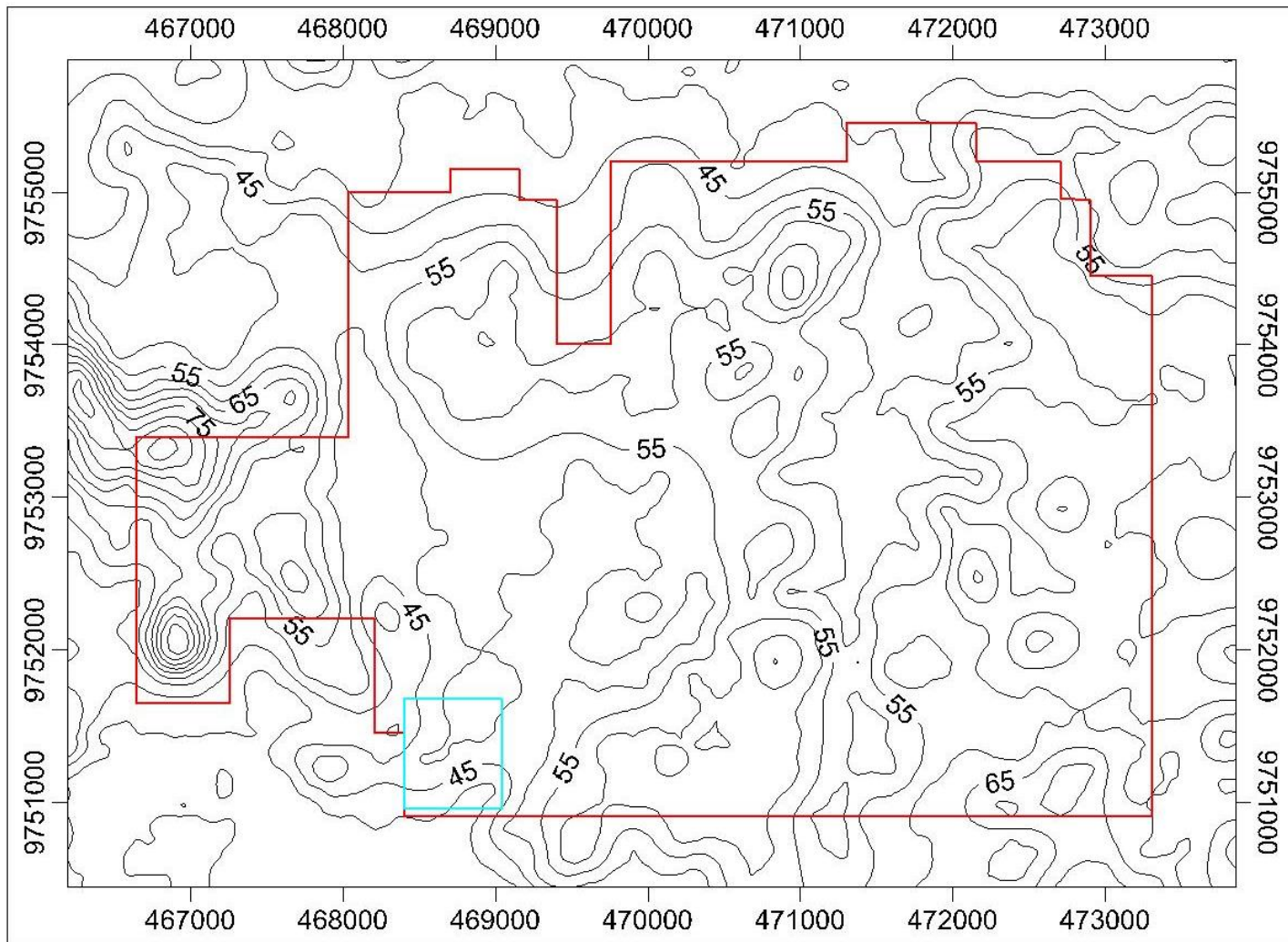
meter



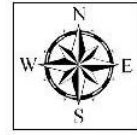
LEGENDA

- : Batas Kabupaten
- : Jalan Kabupaten
- : Lokasi Penelitian
- : Batas Kecamatan
- : Jalan Provinsi
- : Kabupaten Ketapang

**LAMPIRAN B**  
**PETA TOPOGRAFI DAERAH PENELITIAN**



**PETA TOPOGRAFI**  
**PT. HARITA PRIMA ABADI MINERAL**  
**SITE AIRUPAS**  
**KABUPATEN KETAPANG**  
**PROVINSI KALIMANTAN BARAT**



UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR  
 PROJECTION SPHEROID & DATUM  
 WGS 84 49S



**LEGENDA**

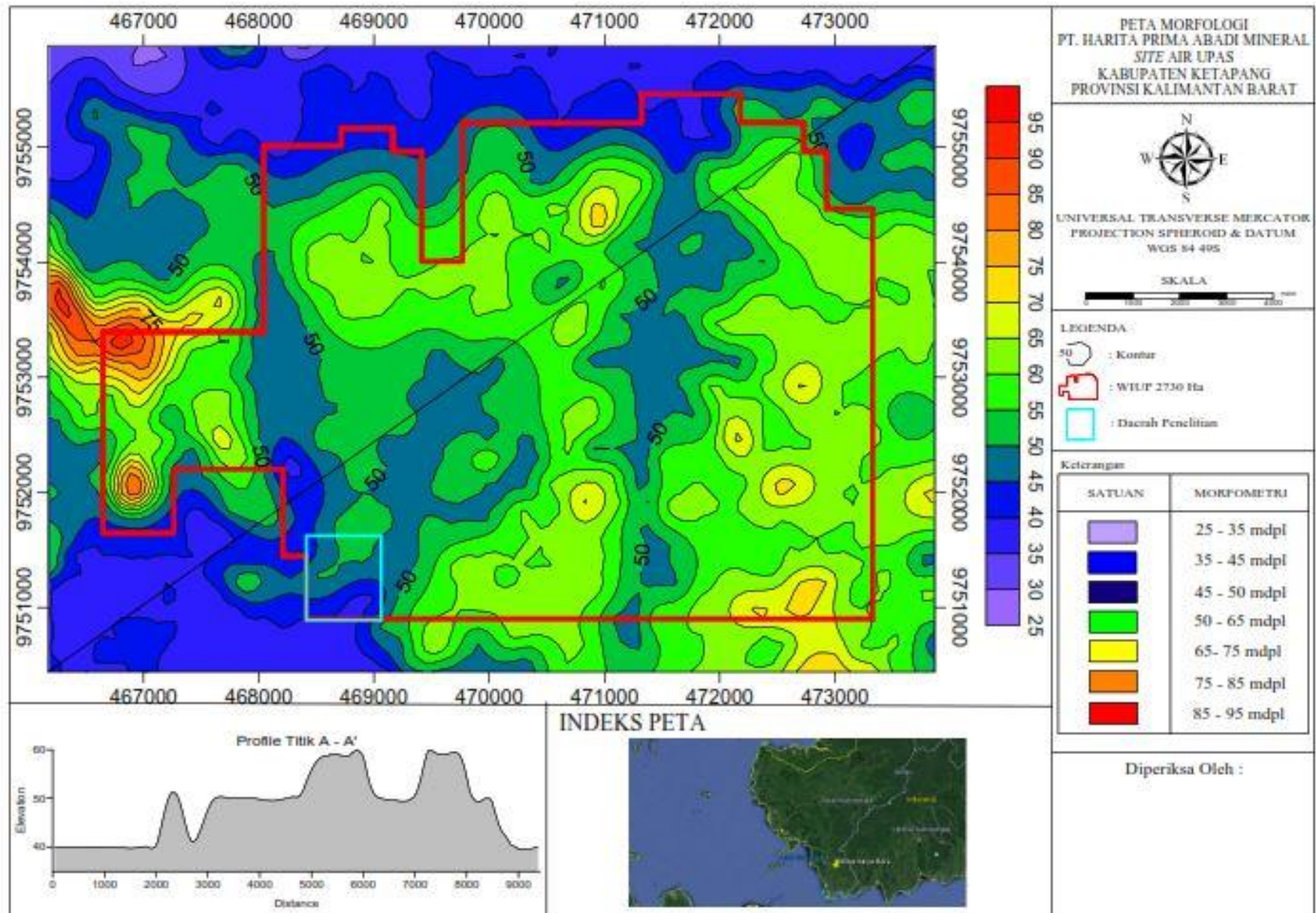
-  : WTUP 2730 Ha
-  : Daerah penelitian
-  : Kontur

**INDEKS PETA**





**LAMPIRAN C**  
**PETA MORFOLOGI DAERAH PENELITIAN**



PETA MORFOLOGI  
 PT. HARITA PRIMA ABADI MINERAL  
 SITE AIR UPAS  
 KABUPATEN KETAPANG  
 PROVINSI KALIMANTAN BARAT



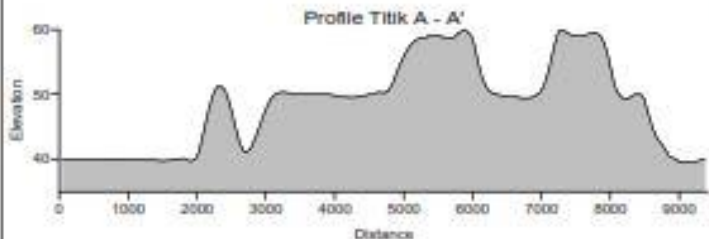
UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR  
 PROJECTION SPHEROID & DATUM  
 WGS 84 49S



- LEGENDA :
- : Kontur
  - : WIUP 2730 Ha
  - : Daerah Penelitian

Keterangan

SATUAN	MORFOMETRI
	25 - 35 mdpl
	35 - 45 mdpl
	45 - 50 mdpl
	50 - 65 mdpl
	65 - 75 mdpl
	75 - 85 mdpl
	85 - 95 mdpl



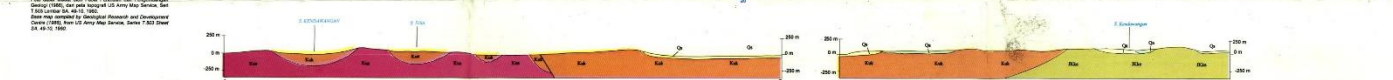
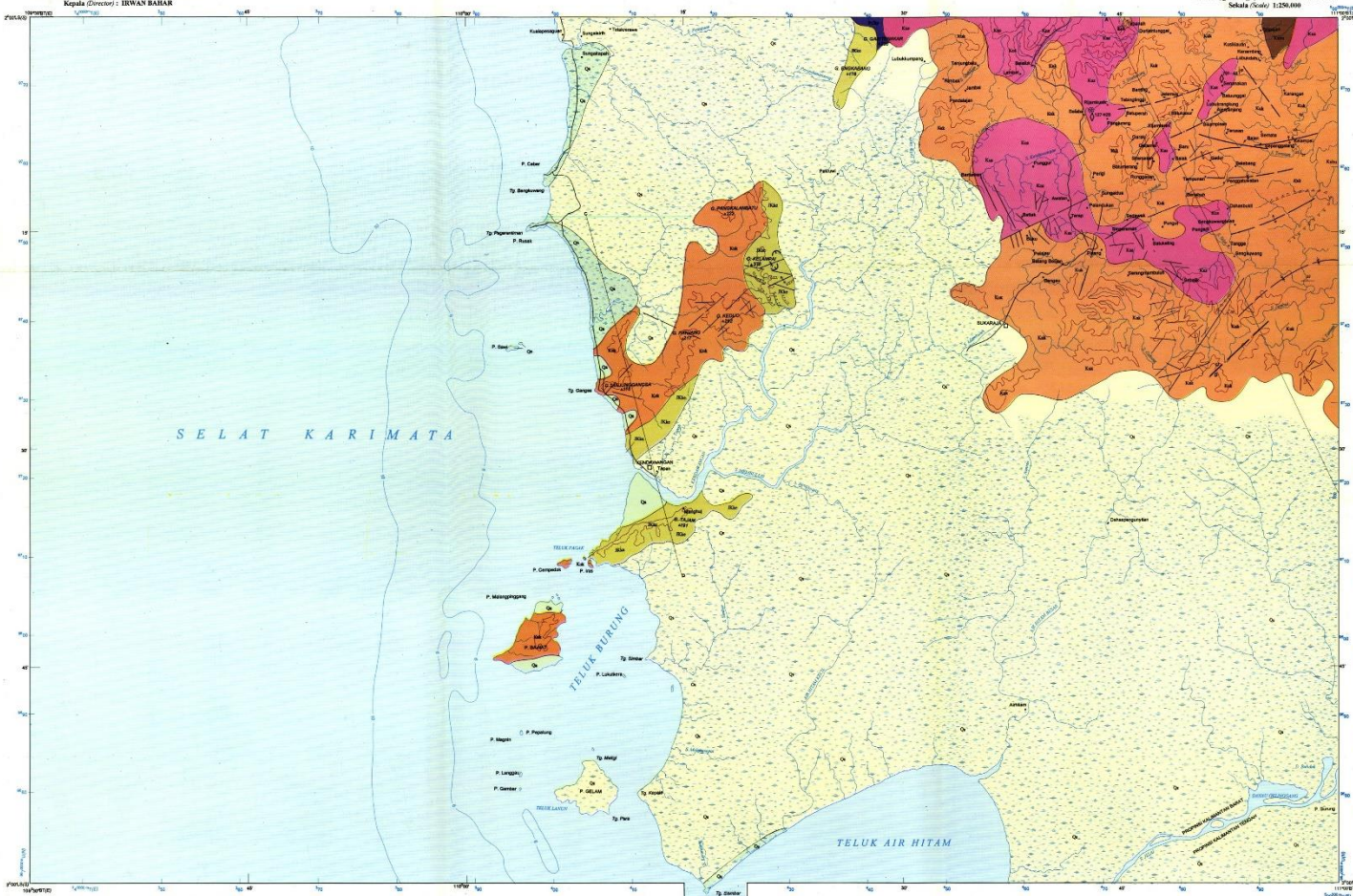
INDEKS PETA



Diperiksa Oleh :

**LAMPIRAN D**  
**PETA GEOLOGI LEMBAR KENDAWANGAN**

MASS ZON	JAMAN PERIOD	KALA STAGE	Urutan Formasi Formation No. (Top to Bottom)	Formasi Formation	Waktu Terjadi Time Interval
KENOZOIKUM CENOZOIC	KUATERTAR QUATERNARY	HOLSEN HOLOCENE	1	1	0-0
			2	2	0-0
	TERESTRIK TERTIARY	MIOSEN MIOCENE	3	3	0-0
			4	4	0-0
			5	5	0-0
			6	6	0-0
			7	7	0-0
	EASIAN EASIAN	PALEOSEN PALEOCENE	8	8	0-0
			9	9	0-0
			10	10	0-0
	MESOZOIKUM MESOZOIC	JURASIK JURASSIC	11	11	0-0
			12	12	0-0
			13	13	0-0
			14	14	0-0
TRIASIK TRIASSIC	TRIASIK TRIASSIC	15	15	0-0	
		16	16	0-0	



DAFTAR SIMBOL  
SYMBOL LIST

Simbol (Symbol)	Artinya (Meaning)
...	...



PETA GEOLOGI LEMBAR KENDAWANGAN, KALIMANTAN  
GEOLOGICAL MAP OF THE KENDAWANGAN QUADRANGLE, KALIMANTAN

oleh (by) B. SUDANA, B. SUDAL & SUKIRO  
1994

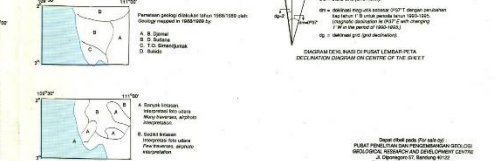
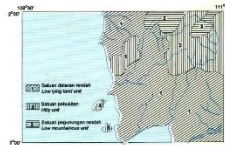
KETERANGAN  
EXPLANATION

- 1. Batuan... (Rock units description)
- 2. Struktur geologi dan tektonik... (Geological and tectonic structures)
- 3. Batuan... (Rock units description)
- 4. Batuan... (Rock units description)
- 5. Batuan... (Rock units description)
- 6. Batuan... (Rock units description)
- 7. Batuan... (Rock units description)
- 8. Batuan... (Rock units description)
- 9. Batuan... (Rock units description)
- 10. Batuan... (Rock units description)

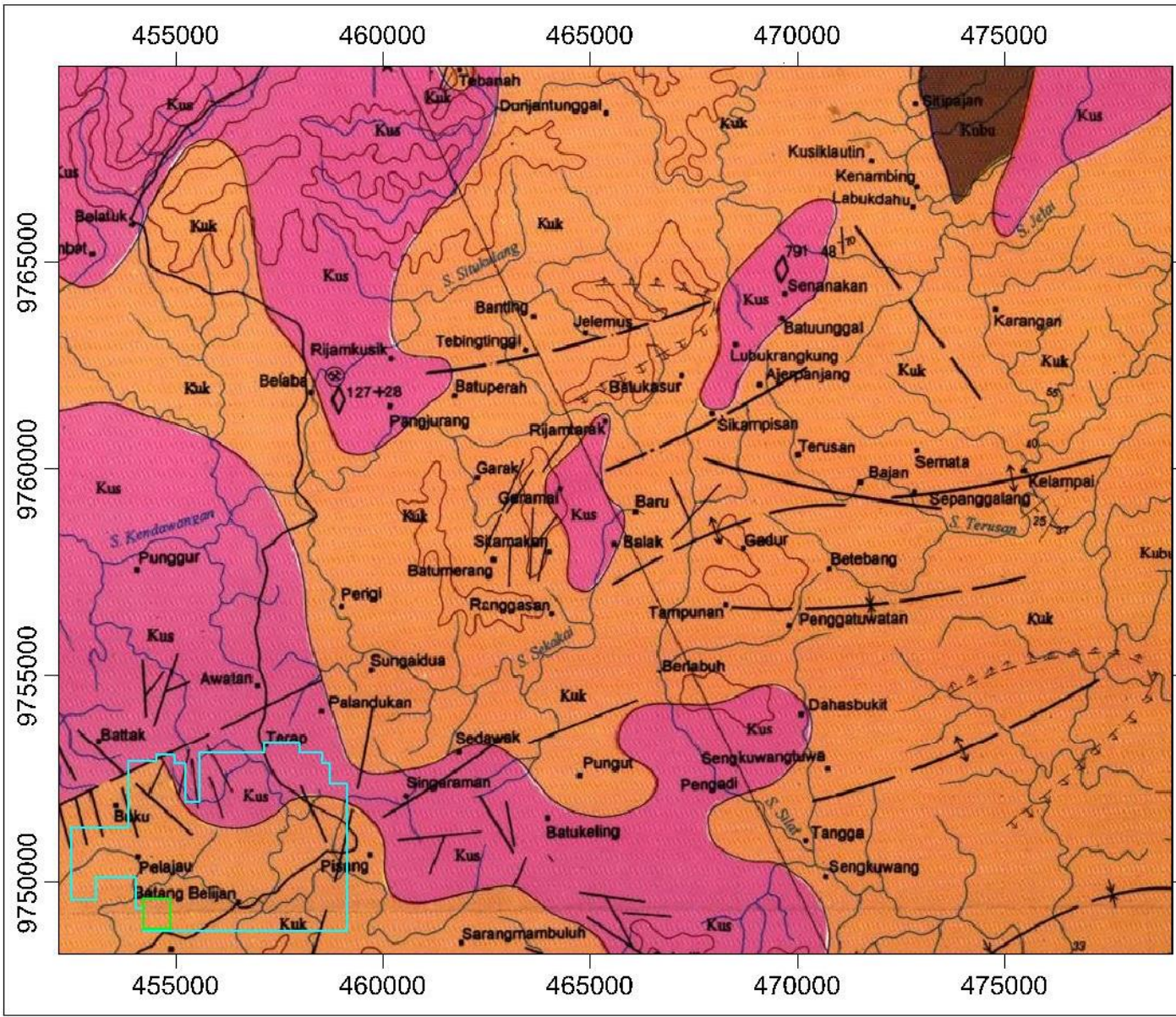
SYMBOLS AND TEXTURES  
STRUKTUR DAN TEKTONIK  
REMARKS  
GENERAL REMARKS  
REMARKS ON THE MAP  
REMARKS ON THE SHEET  
REMARKS ON THE SHEET



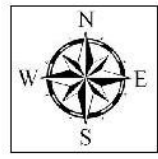
112	113	114
112	113	114
112	113	114
112	113	114



**LAMPIRAN E**  
**PETA GEOLOGI DAERAH PENELITIAN**

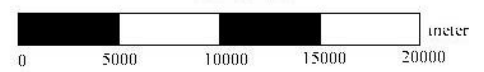


**PETA GEOLOGI  
DESA KARYA BARU  
KECAMATAN MARAU  
KABUPATEN KETAPANG  
PROVINSI KALIMANTAN BARAT**



UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR  
PROJECTION SPHEROID & DATUM  
WGS 84 49S

**SKALA**



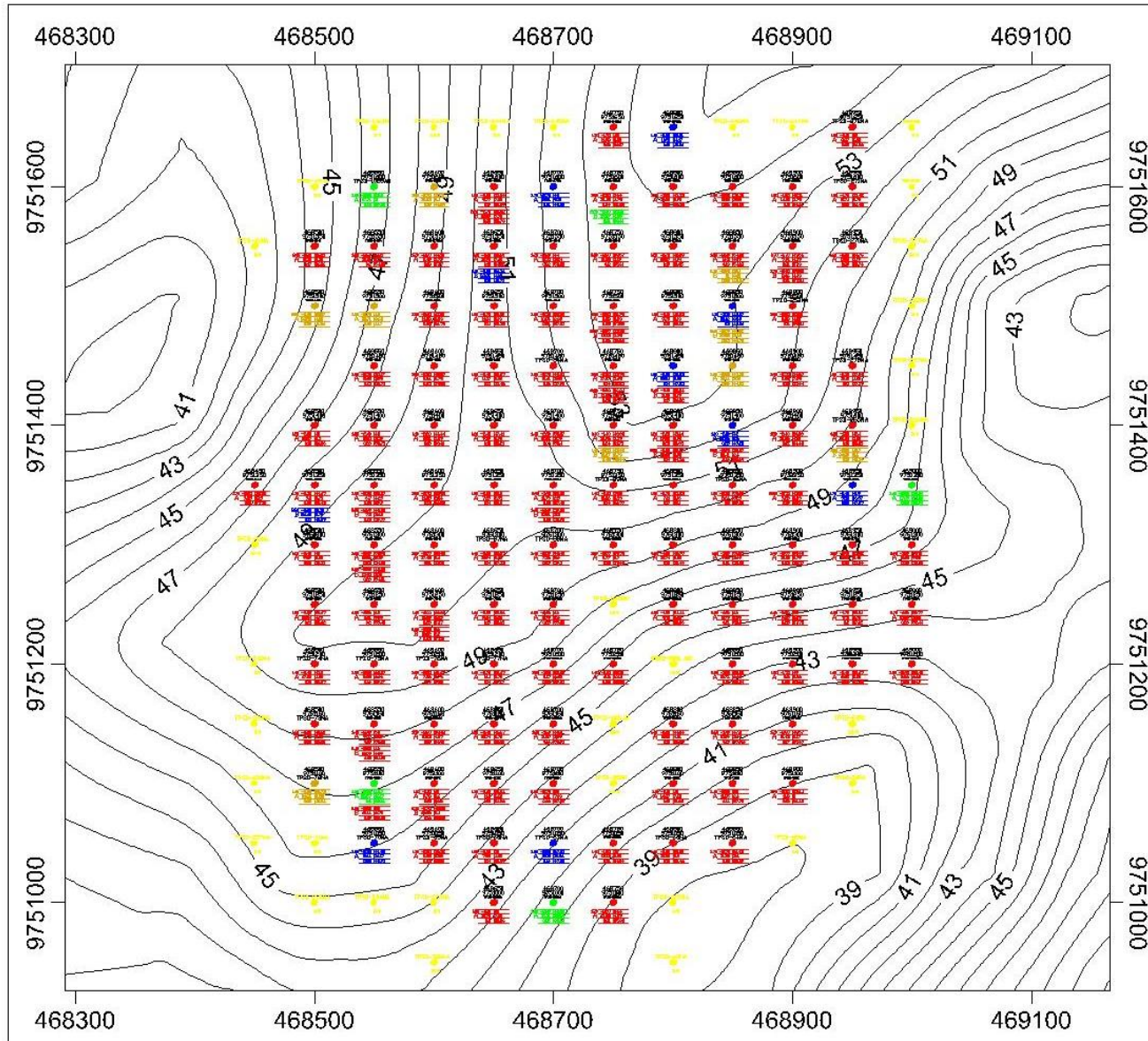
**Legenda**

- : WIUP 2730 IIa
- : Daerah Penelitian
- : Kus
- : Kuk
- : Kubu

**Indeks Peta**



**LAMPIRAN F**  
**PETA SEBARAN SUMUR UJI**





PETA SEBARAN *TEST PIT*  
 SITE AIR UPAS  
 DESA KARYA BARU  
 KECAMATAN MARAU  
 KABUPATEN KETAPANG  
 PROVINSI KALIMANTAN BARAT



UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR  
 PROJECTION SPHEROID & DATUM  
 WGS 84 49S



LEGENDA

-  : Titik *Test Pit*
-  : Kontur

INDEKS PETA





**LAMPIRAN G**  
**TABULASI BASIS DATA *COLLAR***

Tabel G.1

Tabulasi basis data *collar*

<i>Hole ID</i>	<i>East</i>	<i>North</i>	<i>Elevation</i>	<i>Max depht (m)</i>
TPSD-246MA	468750	9751650	53.835	3.7
TPSD-247MA	468800	9751650	54.34	4.2
TPSD-272MA	468950	9751650	53.61	4.1
TPSD-271MA	468950	9751600	52.331	3.7
TPSD-250MA	468900	9751600	53.542	3.6
TPSD-30MA	468850	9751600	53.98	5.2
TPSD-28MA	468750	9751600	53.574	5.4
TPSD-29MA	468800	9751600	54.23	5
TPSD-25MA	468600	9751600	48.84	4.7
TPSD-26MA	468650	9751600	50.591	4.7
TPSD-27MA	468700	9751600	52	4.7
TPSD-1028AR	468550	9751600	46.65	4.8
TPSD-11MB	468500	9751550	44	5.1
TPSD-24MA	468550	9751550	46.76	4.6
TPSD-575AA	468600	9751550	48	4.9
TPSD-23MA	468650	9751550	50	4.5
TPSD-22MA	468750	9751550	53	4.9
TPSD-12MB	468700	9751550	52	4.8
TPSD-576AA	468800	9751550	54	4.7
TPSD-21MA	468850	9751550	53	4.9
TPSD-251MA	468900	9751550	52	4.4
TPSD-270MA	468950	9751550	51	4.3
TPSD-252MA	468900	9751500	52.45	4.5
TPSD-20MA	468850	9751500	53.56	4.7
TPSD-19MA	468800	9751500	54	5.1
TPSD-18MA	468750	9751500	53	4.9
TPSD-16MA	468650	9751500	50	4.7
TPSD-17MA	468700	9751500	52	4.7
TPSD-15MA	468600	9751500	49	4.6
TPSD-13MA	468550	9751500	47	4.7
TPSD-14MA	468500	9751500	45	4.8
TPSD-10MA	468650	9751450	50.59	6.4
TPSD-11MA	468600	9751450	49.6	4.8
TPSD-12MA	468550	9751450	48	4.5
TPSD-34MA	468700	9751450	51.53	4.7
TPSD-33MA	468750	9751450	53.375	4.9
TPSD-31MA	468850	9751450	53.11	4.6

Lanjutan Tabel G.1

<i>Hole ID</i>	<i>East</i>	<i>North</i>	<i>Elevation</i>	<i>Max dept (m)</i>
TPSD-32MA	468800	9751450	53.6	5.1
TPSD-253MA	468900	9751450	51.578	4.5
TPSD-275MA	468950	9751450	50.04	4.5
TPSD-265MA	468950	9751400	49.662	4
TPSD-254MA	468900	9751400	51.238	4.4
TPSD-05MA	468850	9751400	52.56	4.9
TPSD-04MA	468800	9751400	52.767	4.9
TPSD-03MA	468750	9751400	52.58	4
TPSD-72RK	468650	9751400	49.91	4.4
TPSD-73RK	468700	9751400	51.09	4.6
TPSD-71RK	468600	9751400	49.51	4.2
TPSD-69RK	468500	9751400	47.23	4.3
TPSD-70RK	468550	9751400	48.7	4.4
TPSD-84MA	468450	9751350	46	4.2
TPSD-67RK	468550	9751350	49.1	4.9
TPSD-68RK	468500	9751350	48.233	4.9
TPSD-65RK	468700	9751350	50.77	4.3
TPSD-66RK	468650	9751350	50	4.5
TPSD-573AA	468600	9751350	50.024	4.7
TPSD-89MA	468750	9751350	51.13	4.1
TPSD-572AA	468800	9751350	50.94	4.7
TPSD-06MA	468850	9751350	50.65	4.3
TPSD-07MA	468900	9751350	49.7	4.7
TPSD-08MA	468950	9751350	48.62	4.4
TPSD-09MA	469000	9751350	47.11	4.2
TPSD-91MA	469000	9751300	46.55	3.6
TPSD-571AA	468950	9751300	47.2	5
TPSD-90MA	468900	9751300	47.73	4.5
TPSD-1008AR	468850	9751300	48.53	3.8
TPSD-1007AR	468800	9751300	49	3.9
TPSD-1006AR	468750	9751300	49.06	4.5
TPSD-88MA	468700	9751300	49.93	4.5
TPSD-87MA	468650	9751300	50.29	4.2
TPSD-86MA	468600	9751300	50.74	4.5
TPSD-85MA	468550	9751300	50.4	4.8
TPSD-82MA	468500	9751300	49.3	4.4
TPSD-78MA	468650	9751250	49.611	4.8
TPSD-79MA	468600	9751250	50.04	4.9
TPSD-80MA	468550	9751250	50.05	4.5
TPSD-81MA	468500	9751250	49.83	4.8

Lanjutan Tabel G.1

<i>Hole ID</i>	<i>East</i>	<i>North</i>	<i>Elevation</i>	<i>Max dept (m)</i>
TPSD-1004AR	468700	9751250	48.802	4.2
TPSD-1010AR	468800	9751250	46.445	3.9
TPSD-1009AR	468850	9751250	45.5	3.8
TPSD-1023AR	468900	9751250	45.2	4.5
TPSD-1024AR	468950	9751250	45	3.7
TPSD-92MA	469000	9751250	44.47	3.2
TPSD-1025AR	468950	9751200	42.782	4.4
TPSD-1026AR	469000	9751200	42.778	4.4
TPSD-999AR	468900	9751200	42.909	3.7
TPSD-998AR	468850	9751200	43.216	3.2
TPSD-995AR	468750	9751200	45.7	4.1
TPSD-1003AR	468700	9751200	47.35	3.8
TPSD-74MA	468500	9751200	49.39	4.4
TPSD-75MA	468550	9751200	49.2	4.5
TPSD-76MA	468600	9751200	49.09	4.9
TPSD-77MA	468650	9751200	48.68	4.7
TPSD-73MA	468500	9751150	48.313	4.5
TPSD-72MA	468500	9751100	47.1	4.2
TPSD-70MA	468550	9751050	45.95	4.3
TPSD-60RK	468550	9751150	48.044	4.9
TPSD-568AA	468600	9751150	47.4	4.8
TPSD-61RK	468650	9751150	46.853	4.4
TPSD-1002AR	468700	9751150	45.581	3.6
TPSD-1000AR	468850	9751150	41.423	3.4
TPSD-569AA	468800	9751150	42.612	4.5
TPSD-570AA	468900	9751150	40.8	4.6
TPSD-51RK	468900	9751100	39.141	4.3
TPSD-50RK	468850	9751100	39.656	4.5
TPSD-54RK	468800	9751100	40.833	4.1
TPSD-56RK	468700	9751100	43.749	4.7
TPSD-57RK	468650	9751100	45.395	4.6
TPSD-58RK	468600	9751100	46.369	4.7
TPSD-59RK	468550	9751100	46.877	4.8
TPSD-67MA	468700	9751050	41.7	4.8
TPSD-68MA	468650	9751050	43.467	4.6
TPSD-69MA	468600	9751050	45.2	4.2
TPSD-230MA	468750	9751050	40.292	3.9
TPSD-66MA	468800	9751050	39.105	4.6
TPSD-64MA	468850	9751050	38.21	4.7
TPSD-229MA	468750	9751000	38.713	4.5

*Lanjutan Tabel G.1*

<i>Hole ID</i>	<i>East</i>	<i>North</i>	<i>Elevation</i>	<i>Max depht (m)</i>
TPSD-231MA	468700	9751000	40.5	4.2
TPSD-232MA	468650	9751000	42.1	4.1

**LAMPIRAN H**  
**TABULASI BASIS DATA *SURVEY***

Tabel H.1

Tabulasi data basis *survey*

<i>Hole ID</i>	<i>East</i>	<i>North</i>	<i>Elevation</i>	<i>Azimuth</i>	<i>Dip</i>	<i>Max depht (m)</i>
TPSD-246MA	468750	9751650	53.835	0	-90	3.7
TPSD-247MA	468800	9751650	54.34	0	-90	4.2
TPSD-272MA	468950	9751650	53.61	0	-90	4.1
TPSD-271MA	468950	9751600	52.331	0	-90	3.7
TPSD-250MA	468900	9751600	53.542	0	-90	3.6
TPSD-30MA	468850	9751600	53.98	0	-90	5.2
TPSD-28MA	468750	9751600	53.574	0	-90	5.4
TPSD-29MA	468800	9751600	54.23	0	-90	5
TPSD-25MA	468600	9751600	48.84	0	-90	4.7
TPSD-26MA	468650	9751600	50.591	0	-90	4.7
TPSD-27MA	468700	9751600	52	0	-90	4.7
TPSD-1028AR	468550	9751600	46.65	0	-90	4.8
TPSD-11MB	468500	9751550	44	0	-90	5.1
TPSD-24MA	468550	9751550	46.76	0	-90	4.6
TPSD-575AA	468600	9751550	48	0	-90	4.9
TPSD-23MA	468650	9751550	50	0	-90	4.5
TPSD-22MA	468750	9751550	53	0	-90	4.9
TPSD-12MB	468700	9751550	52	0	-90	4.8
TPSD-576AA	468800	9751550	54	0	-90	4.7
TPSD-21MA	468850	9751550	53	0	-90	4.9
TPSD-251MA	468900	9751550	52	0	-90	4.4
TPSD-270MA	468950	9751550	51	0	-90	4.3
TPSD-252MA	468900	9751500	52.45	0	-90	4.5
TPSD-20MA	468850	9751500	53.56	0	-90	4.7
TPSD-19MA	468800	9751500	54	0	-90	5.1
TPSD-18MA	468750	9751500	53	0	-90	4.9
TPSD-16MA	468650	9751500	50	0	-90	4.7
TPSD-17MA	468700	9751500	52	0	-90	4.7
TPSD-15MA	468600	9751500	49	0	-90	4.6
TPSD-13MA	468550	9751500	47	0	-90	4.7
TPSD-14MA	468500	9751500	45	0	-90	4.8
TPSD-10MA	468650	9751450	50.59	0	-90	4.4
TPSD-11MA	468600	9751450	49.6	0	-90	4.8
TPSD-12MA	468550	9751450	48	0	-90	4.5
TPSD-34MA	468700	9751450	51.53	0	-90	4.7
TPSD-33MA	468750	9751450	53.375	0	-90	4.9
TPSD-31MA	468850	9751450	53.11	0	-90	4.6

Lanjutan Tabel H.1

<i>Hole ID</i>	<i>East</i>	<i>North</i>	<i>Elevation</i>	<i>Azimuth</i>	<i>Dip</i>	<i>Max depht (m)</i>
TPSD-32MA	468800	9751450	53.6	0	-90	5.1
TPSD-253MA	468900	9751450	51.578	0	-90	4.5
TPSD-275MA	468950	9751450	50.04	0	-90	4.5
TPSD-265MA	468950	9751400	49.662	0	-90	4
TPSD-254MA	468900	9751400	51.238	0	-90	4.4
TPSD-05MA	468850	9751400	52.56	0	-90	4.9
TPSD-04MA	468800	9751400	52.767	0	-90	4.9
TPSD-03MA	468750	9751400	52.58	0	-90	4
TPSD-72RK	468650	9751400	49.91	0	-90	4.4
TPSD-73RK	468700	9751400	51.09	0	-90	4.6
TPSD-71RK	468600	9751400	49.51	0	-90	4.2
TPSD-69RK	468500	9751400	47.23	0	-90	4.3
TPSD-70RK	468550	9751400	48.7	0	-90	4.4
TPSD-84MA	468450	9751350	46	0	-90	4.2
TPSD-67RK	468550	9751350	49.1	0	-90	4.9
TPSD-68RK	468500	9751350	48.233	0	-90	4.9
TPSD-65RK	468700	9751350	50.77	0	-90	4.3
TPSD-66RK	468650	9751350	50	0	-90	4.5
TPSD-573AA	468600	9751350	50.024	0	-90	4.7
TPSD-89MA	468750	9751350	51.13	0	-90	4.1
TPSD-572AA	468800	9751350	50.94	0	-90	4.7
TPSD-06MA	468850	9751350	50.65	0	-90	4.3
TPSD-07MA	468900	9751350	49.7	0	-90	4.7
TPSD-08MA	468950	9751350	48.62	0	-90	4.4
TPSD-09MA	469000	9751350	47.11	0	-90	4.2
TPSD-91MA	469000	9751300	46.55	0	-90	3.6
TPSD-571AA	468950	9751300	47.2	0	-90	5
TPSD-90MA	468900	9751300	47.73	0	-90	4.5
TPSD-1008AR	468850	9751300	48.53	0	-90	3.8
TPSD-1007AR	468800	9751300	49	0	-90	3.9
TPSD-1006AR	468750	9751300	49.06	0	-90	4.5
TPSD-88MA	468700	9751300	49.93	0	-90	4.5
TPSD-87MA	468650	9751300	50.29	0	-90	4.2
TPSD-86MA	468600	9751300	50.74	0	-90	4.5
TPSD-85MA	468550	9751300	50.4	0	-90	4.8
TPSD-82MA	468500	9751300	49.3	0	-90	4.4
TPSD-78MA	468650	9751250	49.611	0	-90	4.8
TPSD-79MA	468600	9751250	50.04	0	-90	4.9
TPSD-80MA	468550	9751250	50.05	0	-90	4.5
TPSD-81MA	468500	9751250	49.83	0	-90	4.8



Lanjutan Tabel H.1

<i>Hole ID</i>	<i>East</i>	<i>North</i>	<i>Elevation</i>	<i>Azimuth</i>	<i>Dip</i>	<i>Max depht (m)</i>
TPSD-1004AR	468700	9751250	48.802	0	-90	4.2
TPSD-1010AR	468800	9751250	46.445	0	-90	3.9
TPSD-1009AR	468850	9751250	45.5	0	-90	3.8
TPSD-1023AR	468900	9751250	45.2	0	-90	4.5
TPSD-1024AR	468950	9751250	45	0	-90	3.7
TPSD-92MA	469000	9751250	44.47	0	-90	3.2
TPSD-1025AR	468950	9751200	42.782	0	-90	4.4
TPSD-1026AR	469000	9751200	42.778	0	-90	4.4
TPSD-999AR	468900	9751200	42.909	0	-90	3.7
TPSD-998AR	468850	9751200	43.216	0	-90	3.2
TPSD-995AR	468750	9751200	45.7	0	-90	4.1
TPSD-1003AR	468700	9751200	47.35	0	-90	3.8
TPSD-74MA	468500	9751200	49.39	0	-90	4.4
TPSD-75MA	468550	9751200	49.2	0	-90	4.5
TPSD-76MA	468600	9751200	49.09	0	-90	4.9
TPSD-77MA	468650	9751200	48.68	0	-90	4.7
TPSD-73MA	468500	9751150	48.313	0	-90	4.5
TPSD-72MA	468500	9751100	47.1	0	-90	4.2
TPSD-70MA	468550	9751050	45.95	0	-90	4.3
TPSD-60RK	468550	9751150	48.044	0	-90	4.9
TPSD-568AA	468600	9751150	47.4	0	-90	4.8
TPSD-61RK	468650	9751150	46.853	0	-90	4.4
TPSD-1002AR	468700	9751150	45.581	0	-90	3.6
TPSD-1000AR	468850	9751150	41.423	0	-90	3.4
TPSD-569AA	468800	9751150	42.612	0	-90	4.5
TPSD-570AA	468900	9751150	40.8	0	-90	4.6
TPSD-51RK	468900	9751100	39.141	0	-90	4.3
TPSD-50RK	468850	9751100	39.656	0	-90	4.5
TPSD-54RK	468800	9751100	40.833	0	-90	4.1
TPSD-56RK	468700	9751100	43.749	0	-90	4.7
TPSD-57RK	468650	9751100	45.395	0	-90	4.6
TPSD-58RK	468600	9751100	46.369	0	-90	4.7
TPSD-59RK	468550	9751100	46.877	0	-90	4.8
TPSD-67MA	468700	9751050	41.7	0	-90	4.8
TPSD-68MA	468650	9751050	43.467	0	-90	4.6
TPSD-69MA	468600	9751050	45.2	0	-90	4.2
TPSD-230MA	468750	9751050	40.292	0	-90	3.9
TPSD-66MA	468800	9751050	39.105	0	-90	4.6
TPSD-64MA	468850	9751050	38.21	0	-90	4.7
TPSD-229MA	468750	9751000	38.713	0	-90	4.5

*Lanjutan Tabel H.1*

<i>Hole ID</i>	<i>East</i>	<i>North</i>	<i>Elevation</i>	<i>Azimuth</i>	<i>Dip</i>	<i>Max depht (m)</i>
TPSD-231MA	468700	9751000	40.5	0	-90	4.2
TPSD-232MA	468650	9751000	42.1	0	-90	4.1

**LAMPIRAN I**  
**TABULASI BASIS DATA *GEOLOGY***

Tabel I.1  
Tabulasi basis data *geology*

<i>HOLE ID</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Rock</i>	<i>Type</i>
TPSD-246MA	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-246MA	1.2	1.7	1	Ore	BKT
TPSD-246MA	1.7	3.7	2	Kong	Grt
TPSD-247MA	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-247MA	1.4	2.2	0.8	Ore	BKT
TPSD-247MA	2.2	4.2	2	Kong	Grt
TPSD-272MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-272MA	1.5	2.1	0.6	Ore	BKT
TPSD-272MA	2.1	4.1	2	Kong	Grt
TPSD-271MA	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-271MA	1.2	1.7	0.5	Ore	BKT
TPSD-271MA	1.7	3.7	2	Kong	Grt
TPSD-250MA	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-250MA	1.2	1.6	0.4	Ore	BKT
TPSD-250MA	1.6	3.6	2	Kong	Grt
TPSD-30MA	0	1.9	1.9	OB	TM
TPSD-30MA	1.9	3.2	1.3	Ore	BKT
TPSD-30MA	3.2	5.2	2	Kong	Grt
TPSD-28MA	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-28MA	1.2	2.2	1	Ore	BKT
TPSD-28MA	2.2	3.4	1.2	Ore	BKT
TPSD-28MA	3.4	5.4	2	Kong	Grt
TPSD-29MA	0	1.9	1.9	OB	TM
TPSD-29MA	1.9	3	1.1	Ore	BKT
TPSD-29MA	3	5	2	Kong	Grt
TPSD-25MA	0	1.8	1.8	OB	TM
TPSD-25MA	1.8	2.7	0.9	Ore	BKT
TPSD-25MA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-26MA	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-26MA	1.2	2.2	1	Ore	BKT
TPSD-26MA	2.2	2.7	0.5	Ore	BKT
TPSD-26MA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-27MA	0	1.7	1.7	OB	TM
TPSD-27MA	1.7	2.7	1	Ore	BKT
TPSD-27MA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-1028AR	0	1.8	1.8	OB	TM
TPSD-1028AR	1.8	2.8	1	Ore	BKT

Lanjutan Tabel I.1

<i>HOLE ID</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Rock</i>	<i>Type</i>
TPSD-1028AR	2.8	4.8	2	Kong	Grt
TPSD-11MB	0	2	2	OB	TM
TPSD-11MB	2	3.1	1.1	Ore	BKT
TPSD-11MB	3.1	5.1	2	Kong	Grt
TPSD-24MA	0	1.8	1.8	OB	TM
TPSD-24MA	1.8	2.6	0.8	Ore	BKT
TPSD-24MA	2.6	4.6	2	Kong	Grt
TPSD-575AA	0	1.7	1.7	OB	TM
TPSD-575AA	1.7	2.9	1.2	Ore	BKT
TPSD-575AA	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-23MA	0	1.1	1.1	OB	TM
TPSD-23MA	1.1	2.1	1	Ore	BKT
TPSD-23MA	2.1	2.5	0.4	Ore	BKT
TPSD-23MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-22MA	0	2	2	OB	TM
TPSD-22MA	2	2.9	0.9	Ore	BKT
TPSD-22MA	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-12MB	0	1.7	1.7	OB	TM
TPSD-12MB	1.7	2.8	0.7	Ore	BKT
TPSD-12MB	2.8	4.8	2	Kong	Grt
TPSD-576AA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-576AA	1.5	2.7	1.2	Ore	BKT
TPSD-576AA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-21MA	0	1.3	1.3	OB	TM
TPSD-21MA	1.3	2.3	1	Ore	BKT
TPSD-21MA	2.3	2.9	0.6	Ore	TM
TPSD-21MA	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-251MA	0	0.7	0.7	OB	TM
TPSD-251MA	0.7	1.7	1	Ore	BKT
TPSD-251MA	1.7	2.4	0.7	Ore	BKT
TPSD-251MA	2.4	4.4	2	Kong	Grt
TPSD-270MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-270MA	1.6	2.3	0.7	Ore	BKT
TPSD-270MA	2.3	4.3	2	Kong	Grt
TPSD-252MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-252MA	1.5	2.5	1	Ore	BKT
TPSD-252MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-20MA	0	1.1	1.1	OB	TM
TPSD-20MA	1.1	2.1	1	Ore	BKT
TPSD-20MA	2.1	2.7	0.6	Ore	BKT

Lanjutan Tabel I.1

<i>HOLE ID</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Rock</i>	<i>Type</i>
TPSD-20MA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-19MA	0	1.8	1.8	OB	TM
TPSD-19MA	1.8	3.1	1.3	Ore	BKT
TPSD-19MA	3.1	5.1	2	Kong	Grt
TPSD-18MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-18MA	1.5	2.5	1	Ore	BKT
TPSD-18MA	2.5	2.9	0.4	Ore	BKT
TPSD-18MA	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-16MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-16MA	1.5	2.7	1.2	Ore	BKT
TPSD-16MA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-17MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-17MA	1.5	2.7	1.2	Ore	BKT
TPSD-17MA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-15MA	0	1.3	1.3	OB	TM
TPSD-15MA	1.3	2.6	1.3	Ore	BKT
TPSD-15MA	2.6	4.6	2	Kong	Grt
TPSD-13MA	0	1.8	1.8	OB	TM
TPSD-13MA	1.8	2.7	0.9	Ore	BKT
TPSD-13MA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-14MA	0	2.2	2.2	OB	TM
TPSD-14MA	2.2	2.8	0.6	Ore	BKT
TPSD-14MA	2.8	4.8	2	Kong	Grt
TPSD-10MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-10MA	1.6	2.4	0.8	Ore	BKT
TPSD-10MA	2.4	4.4	2	Kong	Grt
TPSD-11MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-11MA	1.6	2.8	1.2	Ore	BKT
TPSD-11MA	2.8	4.8	2	Kong	Grt
TPSD-12MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-12MA	1.6	2.5	0.9	Ore	BKT
TPSD-12MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-34MA	0	1.8	1.8	OB	TM
TPSD-34MA	1.8	2.7	0.9	Ore	BKT
TPSD-34MA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-33MA	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-33MA	1.2	2.2	1	Ore	BKT
TPSD-33MA	2.2	2.9	0.7	Ore	BKT
TPSD-33MA	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-31MA	0	1.6	1.6	OB	TM

Lanjutan Tabel I.1

<i>HOLE ID</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Rock</i>	<i>Type</i>
TPSD-31MA	1.6	2.6	1	Ore	BKT
TPSD-31MA	2.6	4.6	2	Kong	Grt
TPSD-32MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-32MA	1.6	2.6	1	Ore	BKT
TPSD-32MA	2.6	3.1	0.5	Ore	BKT
TPSD-32MA	3.1	5.1	2	Kong	Grt
TPSD-253MA	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-253MA	1.4	2.5	1.1	Ore	BKT
TPSD-253MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-275MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-275MA	1.6	2.5	0.9	Ore	BKT
TPSD-275MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-265MA	0	0.5	0.5	OB	TM
TPSD-265MA	0.5	1.5	1	Ore	BKT
TPSD-265MA	1.5	2	0.5	Ore	BKT
TPSD-265MA	2	4	2	Kong	Grt
TPSD-254MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-254MA	1.5	2.4	0.9	Ore	BKT
TPSD-254MA	2.4	4.4	2	Kong	Grt
TPSD-05MA	0	1	1	OB	TM
TPSD-05MA	1	2	1	Ore	BKT
TPSD-05MA	2	2.9	0.9	Ore	BKT
TPSD-05MA	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-04MA	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-04MA	1.2	2.2	1	Ore	BKT
TPSD-04MA	2.2	2.9	0.7	Ore	BKT
TPSD-04MA	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-03MA	0	0.4	0.4	OB	TM
TPSD-03MA	0.4	1.4	1	Ore	BKT
TPSD-03MA	1.4	2	0.6	Ore	BKT
TPSD-03MA	2	4	2	Kong	Grt
TPSD-72RK	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-72RK	1.6	2.4	0.8	Ore	BKT
TPSD-72RK	2.4	4.4	2	Kong	Grt
TPSD-73RK	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-73RK	1.4	2.6	1.2	Ore	BKT
TPSD-73RK	2.6	4.6	2	Kong	Grt
TPSD-71RK	0	1.1	1.1	OB	TM
TPSD-71RK	1.1	2.2	1.1	Ore	BKT
TPSD-71RK	2.2	4.2	2	Kong	Grt

Lanjutan Tabel I.1

<i>HOLE ID</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Rock</i>	<i>Type</i>
TPSD-69RK	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-69RK	1.5	2.3	0.8	Ore	BKT
TPSD-69RK	2.3	4.3	2	Kong	Grt
TPSD-70RK	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-70RK	1.5	2.4	0.9	Ore	BKT
TPSD-70RK	2.4	4.4	2	Kong	Grt
TPSD-84MA	0	1.7	1.7	OB	TM
TPSD-84MA	1.7	2.2	0.5	Ore	BKT
TPSD-84MA	2.2	4.2	2	Kong	Grt
TPSD-67RK	0	1.3	1.3	OB	TM
TPSD-67RK	1.3	2.3	1	Ore	BKT
TPSD-67RK	2.3	2.9	0.6	Ore	BKT
TPSD-67RK	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-68RK	0	1.3	1.3	OB	TM
TPSD-68RK	1.3	2.3	1	Ore	BKT
TPSD-68RK	2.3	2.9	0.6	Ore	BKT
TPSD-68RK	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-65RK	0	0.4	0.4	OB	TM
TPSD-65RK	0.4	1.4	1	Ore	BKT
TPSD-65RK	1.4	2.3	0.9	Ore	BKT
TPSD-65RK	2.3	4.3	2	Kong	Grt
TPSD-66RK	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-66RK	1.2	2.5	1.3	Ore	BKT
TPSD-66RK	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-573AA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-573AA	1.5	2.7	1.2	Ore	BKT
TPSD-573AA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-89MA	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-89MA	1.4	2.1	0.7	Ore	BKT
TPSD-89MA	2.1	4.1	2	Kong	Grt
TPSD-572AA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-572AA	1.5	2.7	1.2	Ore	BKT
TPSD-572AA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-06MA	0	1	1	OB	TM
TPSD-06MA	1	2.3	1.3	Ore	BKT
TPSD-06MA	2.3	4.3	2	Kong	Grt
TPSD-07MA	0	2.2	2.2	OB	TM
TPSD-07MA	2.2	2.7	0.5	Ore	BKT
TPSD-07MA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-08MA	0	1.7	1.7	OB	TM



Lanjutan Tabel I.1

<i>HOLE ID</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Rock</i>	<i>Type</i>
TPSD-08MA	1.7	2.4	0.7	Ore	BKT
TPSD-08MA	2.4	4.4	2	Kong	Grt
TPSD-09MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-09MA	1.6	2.2	0.6	Ore	BKT
TPSD-09MA	2.2	4.2	2	Kong	Grt
TPSD-91MA	0	0.9	0.9	OB	TM
TPSD-91MA	0.9	1.6	0.7	Ore	BKT
TPSD-91MA	1.6	3.6	2	Kong	Grt
TPSD-571AA	0	1.9	1.9	OB	TM
TPSD-571AA	1.9	3	1.1	Ore	BKT
TPSD-571AA	3	5	2	Kong	Grt
TPSD-90MA	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-90MA	1.4	2.5	1.1	Ore	BKT
TPSD-90MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-1008AR	0	1	1	OB	TM
TPSD-1008AR	1	1.8	0.8	Ore	BKT
TPSD-1008AR	1.8	3.8	2	Kong	Grt
TPSD-1007AR	0	0.9	0.9	OB	TM
TPSD-1007AR	0.9	1.9	1	Ore	BKT
TPSD-1007AR	1.9	3.9	2	Kong	Grt
TPSD-1006AR	0	1.3	1.3	OB	TM
TPSD-1006AR	1.3	2.5	1.2	Ore	BKT
TPSD-1006AR	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-88MA	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-88MA	1.4	2.5	1.1	Ore	BKT
TPSD-88MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-87MA	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-87MA	1.4	2.2	0.8	Ore	BKT
TPSD-87MA	2.2	4.2	2	Kong	Grt
TPSD-86MA	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-86MA	1.2	2.5	1.3	Ore	BKT
TPSD-86MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-85MA	0	1.3	1.3	OB	TM
TPSD-85MA	1.3	2.3	1	Ore	BKT
TPSD-85MA	2.3	2.8	0.5	Ore	BKT
TPSD-85MA	2.8	4.8	2	Kong	Grt
TPSD-82MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-82MA	1.5	2.4	0.9	Ore	BKT
TPSD-82MA	2.4	4.4	2	Kong	Grt
TPSD-78MA	0	1.6	1.6	OB	TM

Lanjutan Tabel I.1

<i>HOLE ID</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Rock</i>	<i>Type</i>
TPSD-78MA	1.6	2.8	1.2	Ore	BKT
TPSD-78MA	2.8	4.8	2	Kong	Grt
TPSD-79MA	0	1	1	OB	TM
TPSD-79MA	1	2	1	Ore	BKT
TPSD-79MA	2	2.9	0.9	Ore	BKT
TPSD-79MA	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-80MA	0	1.3	1.3	OB	TM
TPSD-80MA	1.3	2.5	1.2	Ore	BKT
TPSD-80MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-81MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-81MA	1.5	2.8	1.3	Ore	BKT
TPSD-81MA	2.8	4.8	2	Kong	Grt
TPSD-1004AR	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-1004AR	1.2	2.2	1	Ore	BKT
TPSD-1004AR	2.2	4.2	2	Kong	Grt
TPSD-1010AR	0	0.9	0.9	OB	TM
TPSD-1010AR	0.9	1.9	1	Ore	BKT
TPSD-1010AR	1.9	3.9	2	Kong	Grt
TPSD-1009AR	0	0.8	0.8	OB	TM
TPSD-1009AR	0.8	1.8	1	Ore	BKT
TPSD-1009AR	1.8	3.8	2	Kong	Grt
TPSD-1023AR	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-1023AR	1.4	2.5	1.1	Ore	BKT
TPSD-1023AR	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-1024AR	0	0.5	0.5	OB	TM
TPSD-1024AR	0.5	1.7	1.2	Ore	BKT
TPSD-1024AR	1.7	3.7	2	Kong	Grt
TPSD-92MA	0	0.7	0.7	OB	TM
TPSD-92MA	0.7	1.2	0.5	Ore	BKT
TPSD-92MA	1.2	3.2	2	Kong	Grt
TPSD-1025AR	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-1025AR	1.6	2.4	0.8	Ore	BKT
TPSD-1025AR	2.4	4.4	2	Kong	Grt
TPSD-1026AR	0	1.8	1.8	OB	TM
TPSD-1026AR	1.8	2.4	0.6	Ore	BKT
TPSD-1026AR	2.4	4.4	2	Kong	Grt
TPSD-999AR	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-999AR	1.2	1.7	0.5	Ore	BKT
TPSD-999AR	1.7	3.7	2	Kong	Grt
TPSD-998AR	0	0.6	0.6	OB	TM

Lanjutan Tabel I.1

<i>HOLE ID</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Rock</i>	<i>Type</i>
TPSD-998AR	0.6	1.2	0.6	Ore	BKT
TPSD-998AR	1.2	3.2	2	Kong	Grt
TPSD-995AR	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-995AR	1.4	2.1	0.7	Ore	BKT
TPSD-995AR	2.1	4.1	2	Kong	Grt
TPSD-1003AR	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-1003AR	1.2	1.8	0.6	Ore	BKT
TPSD-1003AR	1.8	3.8	2	Kong	Grt
TPSD-74MA	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-74MA	1.4	2.4	1	Ore	BKT
TPSD-74MA	2.4	4.4	2	Kong	Grt
TPSD-75MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-75MA	1.5	2.5	1	Ore	BKT
TPSD-75MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-76MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-76MA	1.6	2.9	1.3	Ore	BKT
TPSD-76MA	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-77MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-77MA	1.6	2.7	1.1	Ore	BKT
TPSD-77MA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-73MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-73MA	1.6	2.5	0.9	Ore	BKT
TPSD-73MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-72MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-72MA	1.6	2.2	0.6	Ore	BKT
TPSD-72MA	2.2	4.2	2	Kong	Grt
TPSD-70MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-70MA	1.5	2.3	0.8	Ore	BKT
TPSD-70MA	2.3	4.3	2	Kong	Grt
TPSD-60RK	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-60RK	1.4	2.4	1	Ore	BKT
TPSD-60RK	2.4	2.9	0.5	Ore	BKT
TPSD-60RK	2.9	4.9	2	Kong	Grt
TPSD-568AA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-568AA	1.5	2.8	1.3	Ore	BKT
TPSD-568AA	2.8	4.8	2	Kong	Grt
TPSD-61RK	0	1.3	1.3	OB	TM
TPSD-61RK	1.3	2.4	1.1	Ore	BKT
TPSD-61RK	2.4	4.4	2	Kong	Grt
TPSD-1002AR	0	1.2	1.2	OB	TM

Lanjutan Tabel I.1

<i>HOLE ID</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Rock</i>	<i>Type</i>
TPSD-1002AR	1.2	1.6	0.4	Ore	BKT
TPSD-1002AR	1.6	3.6	2	Kong	Grt
TPSD-1000AR	0	0.6	0.6	OB	TM
TPSD-1000AR	0.6	1.4	0.8	Ore	BKT
TPSD-1000AR	1.4	3.4	2	Kong	Grt
TPSD-569AA	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-569AA	1.4	2.5	1.1	Ore	BKT
TPSD-569AA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-570AA	0	1.7	1.7	OB	TM
TPSD-570AA	1.7	2.6	0.9	Ore	BKT
TPSD-570AA	2.6	4.6	2	Kong	Grt
TPSD-51RK	0	1.7	1.7	OB	TM
TPSD-51RK	1.7	2.3	0.6	Ore	BKT
TPSD-51RK	2.3	4.3	2	Kong	Grt
TPSD-50RK	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-50RK	1.4	2.5	1.1	Ore	BKT
TPSD-50RK	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-54RK	0	1.1	1.1	OB	TM
TPSD-54RK	1.1	2.1	1	Ore	BKT
TPSD-54RK	2.1	4.1	2	Kong	Grt
TPSD-56RK	0	2.2	2.2	OB	TM
TPSD-56RK	2.2	2.7	0.5	Ore	BKT
TPSD-56RK	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-57RK	0	1.3	1.3	OB	TM
TPSD-57RK	1.3	2.6	1.3	Ore	BKT
TPSD-57RK	2.6	4.6	2	Kong	Grt
TPSD-58RK	0	1.1	1.1	OB	TM
TPSD-58RK	1.1	2.1	1	Ore	BKT
TPSD-58RK	2.1	2.7	0.6	Ore	BKT
TPSD-58RK	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-59RK	0	1.2	1.2	OB	TM
TPSD-59RK	1.2	2.2	1	Ore	BKT
TPSD-59RK	2.2	2.8	0.6	Ore	BKT
TPSD-59RK	2.8	4.8	2	Kong	Grt
TPSD-43MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-43MA	1.5	2.1	0.6	Ore	BKT
TPSD-43MA	2.1	4.1	2	Kong	Grt
TPSD-67MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-67MA	1.6	2.8	1.2	Ore	BKT
TPSD-67MA	2.8	4.8	2	Kong	Grt

Lanjutan Tabel I.1

<i>HOLE ID</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Rock</i>	<i>Type</i>
TPSD-68MA	0	1.6	1.6	OB	TM
TPSD-68MA	1.6	2.6	1	Ore	BKT
TPSD-68MA	2.6	4.6	2	Kong	Grt
TPSD-69MA	0	1.1	1.1	OB	TM
TPSD-69MA	1.1	2.2	1.1	Ore	BKT
TPSD-69MA	2.2	4.2	2	Kong	Grt
TPSD-230MA	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-230MA	1.4	1.9	0.5	Ore	BKT
TPSD-230MA	1.9	3.9	2	Kong	Grt
TPSD-66MA	0	1.4	1.4	OB	TM
TPSD-66MA	1.4	2.6	1.2	Ore	BKT
TPSD-66MA	2.6	4.6	2	Kong	Grt
TPSD-64MA	0	1.7	1.7	OB	TM
TPSD-64MA	1.7	2.7	1	Ore	BKT
TPSD-64MA	2.7	4.7	2	Kong	Grt
TPSD-229MA	0	1.7	1.7	OB	TM
TPSD-229MA	1.7	2.5	0.8	Ore	BKT
TPSD-229MA	2.5	4.5	2	Kong	Grt
TPSD-231MA	0	1.8	1.8	OB	TM
TPSD-231MA	1.8	2.2	0.4	Ore	BKT
TPSD-231MA	2.2	4.2	2	Kong	Grt
TPSD-232MA	0	1.5	1.5	OB	TM
TPSD-232MA	1.5	2.1	0.6	Ore	BKT
TPSD-232MA	2.1	4.1	2	Kong	Grt

Keterangan:

OB : *overburden*

TM : tanah merah

BKT : bauksit

Grt : granit

Kong : sebutan lain dari *bedrock*

Ore : Bijih

**LAMPIRAN J**  
**TABULASI BASIS DATA ASSAY**

Tabel J.1  
Tabulasi basis data *assay*

<i>Hole ID</i>	<i>East</i>	<i>North</i>	<i>RL</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%)</i>
TPSD-14MA	468500	9751500	45	2.2	2.8	0.6	41.34
TPSD-14MA	468500	9751500	42.2	2.8	3.2	0.4	41.56
TPSD-20MA	468850	9751500	53.56	1.1	1.5	0.4	49.96
TPSD-20MA	468850	9751500	51.46	1.5	2.1	0.6	43.72
TPSD-13MA	468550	9751500	47	1.8	2.7	0.9	41.7
TPSD-27MA	468700	9751600	52	1.7	2.2	0.5	48.25
TPSD-27MA	468700	9751600	49.8	2.2	2.8	0.5	49.01
TPSD-72MA	468500	9751100	47.1	1.6	2.2	0.6	43.94
TPSD-72MA	468500	9751100	44.9	2.2	2.6	0.4	43.81
TPSD-09MA	469000	9751350	47.11	1.6	2.2	0.6	44.94
TPSD-31MA	468850	9751450	53.11	1.6	2.1	0.5	44.23
TPSD-31MA	468850	9751450	51.01	2.1	2.6	0.5	43.17
TPSD-265MA	468950	9751400	48.162	1.5	1.8	0.3	42.34
TPSD-265MA	468950	9751400	46.362	1.8	2.5	0.7	50.59
TPSD-231MA	468700	9751000	40.5	1.8	2.2	0.4	42.64
TPSD-231MA	468700	9751000	38.3	2.2	2.8	0.6	43.12
TPSD-28MA	468750	9751600	51.374	2.2	3.4	1.2	48.41
TPSD-67MA	468700	9751050	41.7	1.6	2.8	1.2	47.18
TPSD-21MA	468850	9751550	50.7	2.3	2.9	0.6	43.86
TPSD-21MA	468850	9751550	47.8	2.9	3.3	0.4	45.12
TPSD-70MA	468550	9751050	45.95	1.5	2.3	0.8	48.93
TPSD-70MA	468550	9751050	43.65	2.3	2.5	0.2	47.43
TPSD-59RK	468550	9751100	44.677	2.2	2.8	0.6	55.89
TPSD-59RK	468550	9751100	41.877	2.8	3.2	0.4	54.39
TPSD-03MA	468750	9751400	52.58	0.4	1.1	0.7	51.79
TPSD-03MA	468750	9751400	51.48	1.1	1.4	0.3	50.29
TPSD-28MA	468750	9751600	53.574	1.2	1.6	0.4	50.95
TPSD-28MA	468750	9751600	51.974	1.6	2.2	0.6	49.45
TPSD-1028AR	468550	9751600	46.65	1.8	2.4	0.6	47.38
TPSD-1028AR	468550	9751600	44.25	2.4	2.8	0.4	45.88
TPSD-08MA	468950	9751350	48.62	1.7	2.4	0.7	47.97
TPSD-08MA	468950	9751350	46.22	2.4	2.7	0.3	46.47
TPSD-576AA	468800	9751550	54	1.5	2.7	1.2	51.05
TPSD-21MA	468850	9751550	53	1.3	2	0.7	54.02
TPSD-21MA	468850	9751550	51	2	2.3	0.3	52.52
TPSD-59RK	468550	9751100	46.877	1.2	1.8	0.6	44.16
TPSD-59RK	468550	9751100	45.077	1.8	2.2	0.4	42.66

Lanjutan Tabel J.1

Hole ID	East	North	RL	From (m)	To (m)	Interval (m)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
TPSD-05MA	468850	9751400	52.56	1	1.4	0.4	49.28
TPSD-05MA	468850	9751400	51.16	1.4	2	0.6	47.78
TPSD-12MB	468700	9751550	52	1.7	2.4	0.7	58.55
TPSD-12MB	468700	9751550	49.6	2.4	2.7	0.3	57.05
TPSD-04MA	468800	9751400	52.767	1.2	1.7	0.5	51.86
TPSD-04MA	468800	9751400	51.067	1.7	2.2	0.5	50.36
TPSD-25MA	468600	9751600	48.84	1.8	2.6	0.8	46.54
TPSD-25MA	468600	9751600	46.24	2.6	2.8	0.2	45.04
TPSD-03MA	468750	9751400	51.18	1.4	2	0.6	42.44
TPSD-03MA	468750	9751400	49.18	2	2.4	0.4	40.94
TPSD-04MA	468800	9751400	50.567	2.2	2.9	0.7	54.36
TPSD-04MA	468800	9751400	47.667	2.9	3.2	0.3	52.86
TPSD-26MA	468650	9751600	48.391	2.2	2.7	0.5	52.73
TPSD-26MA	468650	9751600	45.691	2.7	3.2	0.5	51.23
TPSD-19MA	468800	9751500	54	1.8	3.1	1.3	58.12
TPSD-247MA	468800	9751650	54.34	1.4	2.2	0.8	49.21
TPSD-247MA	468800	9751650	52.14	2.2	2.4	0.2	47.71
TPSD-22MA	468750	9751550	53	2	2.6	0.6	55.61
TPSD-22MA	468750	9751550	50.4	2.6	3	0.4	54.11
TPSD-232MA	468650	9751000	42.1	1.5	2.1	0.6	53.56
TPSD-232MA	468650	9751000	40	2.1	2.5	0.4	52.06
TPSD-32MA	468800	9751450	53.6	1.6	2.1	0.5	56.52
TPSD-32MA	468800	9751450	51.5	2.1	2.6	0.5	55.02
TPSD-23MA	468650	9751550	50	1.1	2.1	1	54.25
TPSD-24MA	468550	9751550	46.76	1.8	2.6	0.8	54.29
TPSD-24MA	468550	9751550	44.16	2.6	2.8	0.2	52.79
TPSD-246MA	468750	9751650	53.835	1.2	1.7	0.5	51.67
TPSD-246MA	468750	9751650	52.135	1.7	2.2	0.5	50.17
TPSD-26MA	468650	9751600	50.591	1.2	1.6	0.4	55.29
TPSD-26MA	468650	9751600	48.991	1.6	2.2	0.6	53.79
TPSD-05MA	468850	9751400	50.56	2	2.7	0.7	50.64
TPSD-05MA	468850	9751400	47.86	2.7	3	0.3	49.14
TPSD-254MA	468900	9751400	51.238	1.5	2.1	0.6	54.43
TPSD-254MA	468900	9751400	49.138	2.1	2.5	0.4	52.93
TPSD-16MA	468650	9751500	50	1.5	2.7	1.2	58.35
TPSD-11MB	468500	9751550	44	2	2.4	0.4	56.06
TPSD-11MB	468500	9751550	41.6	2.4	3	0.6	54.56
TPSD-91MA	469000	9751300	46.55	0.9	1.6	0.7	53.86
TPSD-91MA	469000	9751300	44.95	1.6	1.9	0.3	52.36
TPSD-69MA	468600	9751050	45.2	1.1	1.4	0.3	52.81



Lanjutan Tabel J.1

Hole ID	East	North	RL	From (m)	To (m)	Interval (m)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
TPSD-69MA	468600	9751050	43.8	1.4	2.1	0.7	51.31
TPSD-23MA	468650	9751550	47.9	2.1	2.5	0.4	45.71
TPSD-23MA	468650	9751550	45.4	2.5	3.1	0.6	44.21
TPSD-29MA	468800	9751600	54.23	1.9	2.4	0.5	55.35
TPSD-29MA	468800	9751600	51.83	2.4	2.9	0.5	53.85
TPSD-15MA	468600	9751500	49	1.3	2.6	1.3	56.79
TPSD-92MA	469000	9751250	44.47	0.7	1.2	0.5	52.44
TPSD-92MA	469000	9751250	43.27	1.2	1.7	0.5	50.94
TPSD-253MA	468900	9751450	51.578	1.4	1.6	0.2	55.44
TPSD-253MA	468900	9751450	49.978	1.6	2.4	0.8	53.94
TPSD-575AA	468600	9751550	48	1.7	2.9	1.2	57.7
TPSD-33MA	468750	9751450	51.175	2.2	2.9	0.7	56.89
TPSD-33MA	468750	9751450	48.275	2.9	3.2	0.3	55.39
TPSD-34MA	468700	9751450	51.53	1.8	2.1	0.3	57.98
TPSD-34MA	468700	9751450	49.43	2.1	2.8	0.7	56.48
TPSD-73MA	468500	9751150	48.313	1.6	2.2	0.6	55.08
TPSD-73MA	468500	9751150	46.113	2.2	2.6	0.4	53.58
TPSD-33MA	468750	9751450	53.375	1.2	1.7	0.5	52.25
TPSD-33MA	468750	9751450	51.675	1.7	2.2	0.5	50.75
TPSD-230MA	468750	9751050	40.292	1.4	1.9	0.5	54.04
TPSD-230MA	468750	9751050	38.392	1.9	2.4	0.5	52.54
TPSD-1026AR	469000	9751200	42.778	1.8	2.4	0.6	54.9
TPSD-1026AR	469000	9751200	40.378	2.4	2.8	0.4	53.4
TPSD-229MA	468750	9751000	38.713	1.7	2.5	0.8	55.33
TPSD-229MA	468750	9751000	36.213	2.5	2.7	0.2	53.83
TPSD-17MA	468700	9751500	52	1.5	2.7	1.2	57.53
TPSD-1025AR	468950	9751200	42.782	1.6	2.4	0.8	53.68
TPSD-1025AR	468950	9751200	40.382	2.4	2.6	0.2	52.18
TPSD-60RK	468550	9751150	45.644	2.4	2.9	0.5	54.99
TPSD-60RK	468550	9751150	42.744	2.9	3.4	0.5	53.49
TPSD-275MA	468950	9751450	50.04	1.6	2	0.4	57.37
TPSD-275MA	468950	9751450	48.04	2	2.6	0.6	55.87
TPSD-68MA	468650	9751050	43.467	1.6	2.2	0.6	58.59
TPSD-68MA	468650	9751050	41.267	2.2	2.6	0.4	57.09
TPSD-571AA	468950	9751300	47.2	1.9	3	1.1	55.64
TPSD-74MA	468500	9751200	49.39	1.4	1.8	0.4	52.27
TPSD-74MA	468500	9751200	47.59	1.8	2.4	0.6	50.77
TPSD-30MA	468850	9751600	53.98	1.9	3.2	1.3	58.03
TPSD-54RK	468800	9751100	40.833	1.1	1.4	0.3	51.82
TPSD-54RK	468800	9751100	39.433	1.4	2.1	0.7	50.32

Lanjutan Tabel J.1

Hole ID	East	North	RL	From (m)	To (m)	Interval (m)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
TPSD-58RK	468600	9751100	43.169	2.1	2.7	0.6	55.86
TPSD-58RK	468600	9751100	40.469	2.7	3.1	0.4	54.36
TPSD-999AR	468900	9751200	42.909	1.2	1.7	0.5	53.62
TPSD-999AR	468900	9751200	41.209	1.7	2.2	0.5	52.12
TPSD-73RK	468700	9751400	51.09	1.4	2.6	1.2	56.4
TPSD-11MA	468600	9751450	49.6	1.6	2.8	1.2	59.28
TPSD-18MA	468750	9751500	53	1.5	2.1	0.6	57.86
TPSD-18MA	468750	9751500	50.9	2.1	2.5	0.4	56.36
TPSD-58RK	468600	9751100	45.269	1.1	1.3	0.2	58.2
TPSD-58RK	468600	9751100	43.969	1.3	2.1	0.8	56.7
TPSD-995AR	468750	9751200	45.7	1.4	2.1	0.7	52.53
TPSD-995AR	468750	9751200	43.6	2.1	2.4	0.3	51.03
TPSD-68RK	468500	9751350	48.233	1.3	1.7	0.4	58.43
TPSD-68RK	468500	9751350	46.533	1.7	2.3	0.6	56.93
TPSD-72RK	468650	9751400	49.91	1.6	2.4	0.8	58.21
TPSD-72RK	468650	9751400	47.51	2.4	2.6	0.2	56.71
TPSD-250MA	468900	9751600	53.542	1.2	1.6	0.4	54.61
TPSD-250MA	468900	9751600	51.942	1.6	2.2	0.6	53.11
TPSD-569AA	468800	9751150	42.612	1.4	2.5	1.1	53.95
TPSD-60RK	468550	9751150	48.044	1.4	1.9	0.5	56.65
TPSD-60RK	468550	9751150	46.144	1.9	2.4	0.5	55.15
TPSD-10MA	468650	9751450	50.59	1.6	2.4	0.8	55.46
TPSD-10MA	468650	9751450	48.19	2.4	2.6	0.2	53.96
TPSD-252MA	468900	9751500	52.45	1.5	2.2	0.7	59.34
TPSD-252MA	468900	9751500	50.25	2.2	2.5	0.3	57.84
TPSD-57RK	468650	9751100	45.395	1.3	2.6	1.3	54.22
TPSD-56RK	468700	9751100	43.749	2.2	2.7	0.5	57.38
TPSD-56RK	468700	9751100	41.049	2.7	3.2	0.5	55.88
TPSD-85MA	468550	9751300	48.1	2.3	2.8	0.5	54.61
TPSD-85MA	468550	9751300	45.3	2.8	3.3	0.5	53.11
TPSD-87MA	468650	9751300	50.29	1.4	2.2	0.8	57.33
TPSD-87MA	468650	9751300	48.09	2.2	2.4	0.2	55.83
TPSD-12MA	468550	9751450	48	1.6	2.3	0.7	58.75
TPSD-12MA	468550	9751450	45.7	2.3	2.6	0.3	57.25
TPSD-85MA	468550	9751300	50.4	1.3	1.9	0.6	54.62
TPSD-85MA	468550	9751300	48.5	1.9	2.3	0.4	53.12
TPSD-07MA	468900	9751350	49.7	2.2	2.7	0.5	58.14
TPSD-07MA	468900	9751350	47	2.7	3.2	0.5	56.64
TPSD-272MA	468950	9751650	53.61	1.5	2.1	0.6	56.32
TPSD-272MA	468950	9751650	51.51	2.1	2.5	0.4	54.82

Lanjutan Tabel J.1

Hole ID	East	North	RL	From (m)	To (m)	Interval (m)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
TPSD-568AA	468600	9751150	47.4	1.5	2	0.5	54.61
TPSD-568AA	468600	9751150	45.4	2	2.5	0.5	53.11
TPSD-1024AR	468950	9751250	45	0.5	1.2	0.7	57.12
TPSD-1024AR	468950	9751250	43.8	1.2	1.5	0.3	55.62
TPSD-570AA	468900	9751150	40.8	1.7	2.5	0.8	55.47
TPSD-570AA	468900	9751150	38.3	2.5	2.7	0.2	53.97
TPSD-251MA	468900	9751550	50.3	1.7	2.4	0.7	57.24
TPSD-251MA	468900	9751550	47.9	2.4	2.7	0.3	55.74
TPSD-270MA	468950	9751550	51	1.6	2.3	0.7	55.74
TPSD-270MA	468950	9751550	48.7	2.3	2.6	0.3	54.24
TPSD-71RK	468600	9751400	49.51	1.1	1.5	0.4	58.41
TPSD-71RK	468600	9751400	48.01	1.5	2.1	0.6	56.91
TPSD-84MA	468450	9751350	46	1.7	2.2	0.5	57.72
TPSD-84MA	468450	9751350	43.8	2.2	2.7	0.5	56.22
TPSD-65RK	468700	9751350	49.37	1.4	2.2	0.8	58.96
TPSD-65RK	468700	9751350	47.17	2.2	2.4	0.2	57.46
TPSD-271MA	468950	9751600	52.331	1.2	1.7	0.5	56.48
TPSD-271MA	468950	9751600	50.631	1.7	2.2	0.5	54.98
TPSD-80MA	468550	9751250	50.05	1.3	1.9	0.6	59.45
TPSD-80MA	468550	9751250	48.15	1.9	2.3	0.4	57.95
TPSD-251MA	468900	9751550	52	0.7	0.9	0.2	57.9
TPSD-251MA	468900	9751550	51.1	0.9	1.7	0.8	56.4
TPSD-68RK	468500	9751350	45.933	2.3	2.9	0.6	49.29
TPSD-68RK	468500	9751350	43.033	2.9	3.3	0.4	47.79
TPSD-69RK	468500	9751400	47.23	1.5	2.3	0.8	56.56
TPSD-69RK	468500	9751400	44.93	2.3	2.5	0.2	55.06
TPSD-86MA	468600	9751300	50.74	1.2	2.5	1.3	53.13
TPSD-81MA	468500	9751250	49.83	1.5	2.8	1.3	55.62
TPSD-65RK	468700	9751350	50.77	0.4	0.7	0.3	57.42
TPSD-65RK	468700	9751350	50.07	0.7	1.4	0.7	55.92
TPSD-66MA	468800	9751050	39.105	1.4	2.6	1.2	58.46
TPSD-64MA	468850	9751050	38.21	1.7	2.1	0.4	58.19
TPSD-64MA	468850	9751050	36.11	2.1	2.7	0.6	56.69
TPSD-51RK	468900	9751100	39.141	1.7	2.3	0.6	56.49
TPSD-51RK	468900	9751100	36.841	2.3	2.7	0.4	54.99
TPSD-79MA	468600	9751250	50.04	1	1.3	0.3	57.7
TPSD-79MA	468600	9751250	48.74	1.3	2	0.7	56.2
TPSD-89MA	468750	9751350	51.13	1.4	2.1	0.7	56.77
TPSD-998AR	468850	9751200	43.216	0.6	1.2	0.6	56.64
TPSD-998AR	468850	9751200	42.016	1.2	1.6	0.4	55.14

Lanjutan Tabel J.1

Hole ID	East	North	RL	From (m)	To (m)	Interval (m)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
TPSD-61RK	468650	9751150	46.853	1.3	2.4	1.1	56.08
TPSD-1000AR	468850	9751150	41.423	0.6	1.4	0.8	57.914
TPSD-1000AR	468850	9751150	40.023	1.4	1.6	0.2	56.414
TPSD-66RK	468650	9751350	50	1.2	2.5	1.3	58.8
TPSD-50RK	468850	9751100	39.656	1.4	2.5	1.1	57.75
TPSD-82MA	468500	9751300	49.3	1.5	2.2	0.7	58.31
TPSD-82MA	468500	9751300	47.1	2.2	2.5	0.3	56.81
TPSD-1023AR	468900	9751250	45.2	1.4	2.5	1.1	57.73
TPSD-572AA	468800	9751350	50.94	1.5	2.7	1.2	60.1
TPSD-06MA	468850	9751350	50.65	1	2.3	1.3	59.62
TPSD-1003AR	468700	9751150	45.581	1.2	1.6	0.4	58.05
TPSD-1002AR	468700	9751150	43.981	1.6	2.2	0.6	56.55
TPSD-90MA	468900	9751300	47.73	1.4	2.5	1.1	58.57
TPSD-573AA	468600	9751350	50.024	1.5	2.7	1.2	56.23
TPSD-78MA	468650	9751250	49.611	1.6	2.8	1.2	58.16
TPSD-67RK	468550	9751350	46.8	2.3	2.9	0.6	59.77
TPSD-67RK	468550	9751350	43.9	2.9	3.3	0.4	58.27
TPSD-1009AR	468850	9751250	45.5	0.8	1.8	1	58.6
TPSD-79MA	468600	9751250	48.04	2	2.5	0.5	57.15
TPSD-79MA	468600	9751250	45.54	2.5	3	0.5	55.65
TPSD-75MA	468550	9751200	49.2	1.5	2.5	1	59.17
TPSD-77MA	468650	9751200	48.68	1.6	2.2	0.6	57.17
TPSD-77MA	468650	9751200	46.48	2.2	2.6	0.4	55.67
TPSD-1010AR	468800	9751250	46.445	0.9	1.7	0.8	58.86
TPSD-1010AR	468800	9751250	44.745	1.7	1.9	0.2	57.36
TPSD-1003AR	468700	9751200	47.35	1.2	1.8	0.6	59.23
TPSD-1003AR	468700	9751200	45.55	1.8	2.2	0.4	57.73
TPSD-1008AR	468850	9751300	48.53	1	1.8	0.8	58.06
TPSD-67RK	468550	9751350	49.1	1.3	1.9	0.6	59.9
TPSD-67RK	468550	9751350	47.2	1.9	2.3	0.4	58.4
TPSD-70RK	468550	9751400	48.7	1.5	2.1	0.6	60.1
TPSD-70RK	468550	9751400	46.6	2.1	2.5	0.4	58.6
TPSD-76MA	468600	9751200	49.09	1.6	2.9	1.3	59.5
TPSD-1007AR	468800	9751300	49	0.9	1.4	0.5	58.44
TPSD-1007AR	468800	9751300	47.6	1.4	1.9	0.5	56.94
TPSD-88MA	468700	9751300	49.93	1.4	2.5	1.1	59.5
TPSD-1004AR	468700	9751250	48.802	1.2	2.2	1	59.83
TPSD-1006AR	468750	9751300	49.06	1.3	2.5	1.2	59.46

**LAMPIRAN K**  
**TABULASI BASIS DATA KOMPOSIT**

Tabel K.1

## Tabulasi basis data komposit

<i>Hole ID</i>	<i>East</i>	<i>North</i>	<i>RL</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%)</i>
TPSD-14MA	468500	9751500	45	2.2	3.2	1	41.46
TPSD-20MA	468850	9751500	51.46	1.1	2.1	1	46.84
TPSD-13MA	468550	9751500	47	1.8	2.7	0.9	41.7
TPSD-27MA	468700	9751600	52	1.7	2.7	1	48.63
TPSD-72MA	468500	9751100	47.1	1.6	2.6	1	43.875
TPSD-09MA	469000	9751350	47.11	1.6	2.2	0.6	44.94
TPSD-31MA	468850	9751450	53.11	1.6	2.6	1	43.7
TPSD-265MA	468950	9751400	49.662	1.5	2.5	1	46.46
TPSD-231MA	468700	9751000	40.5	1.8	2.8	1	42.88
TPSD-28MA	468750	9751600	51.374	2.2	3.4	1.2	48.41
TPSD-67MA	468700	9751050	41.7	1.6	2.8	1.2	47.18
TPSD-21MA	468850	9751550	50.7	2.3	3.3	1	44.49
TPSD-70MA	468550	9751050	45.95	1.5	2.5	1	48.18
TPSD-59RK	468550	9751100	44.677	2.2	3.2	1	55.14
TPSD-03MA	468750	9751400	52.58	0.4	1.4	1	51.04
TPSD-28MA	468750	9751600	53.574	1.2	2.2	1	50.2
TPSD-1028AR	468550	9751600	46.65	1.8	2.8	1	46.63
TPSD-08MA	468950	9751350	48.62	1.7	2.7	1	47.22
TPSD-222MA	469000	9751400	49.2	1.7	3	1.3	48.8
TPSD-576AA	468800	9751550	54	1.5	2.7	1.2	51.05
TPSD-21MA	468850	9751550	53	1.3	2.3	1	53.27
TPSD-59RK	468550	9751100	46.877	1.2	2.2	1	43.41
TPSD-05MA	468850	9751400	52.56	1	2	1	48.53
TPSD-12MB	468700	9751550	52	1.7	2.7	1	57.8
TPSD-04MA	468800	9751400	52.767	1.2	2.2	1	51.11
TPSD-25MA	468600	9751600	48.84	1.8	2.8	1	45.79
TPSD-03MA	468750	9751400	51.18	1.4	2.4	1	41.69
TPSD-04MA	468800	9751400	50.567	2.2	3.2	1	53.61
TPSD-26MA	468650	9751600	48.391	2.2	3.2	1	51.98
TPSD-19MA	468800	9751500	54	1.8	3.1	1.3	58.12
TPSD-247MA	468800	9751650	54.34	1.4	2.4	1	48.46
TPSD-22MA	468750	9751550	53	2	3	1	54.86
TPSD-232MA	468650	9751000	42.1	1.5	2.1	0.6	52.81
TPSD-32MA	468800	9751450	53.6	1.6	2.6	1	55.77
TPSD-23MA	468650	9751550	50	1.1	2.1	1	54.25
TPSD-24MA	468550	9751550	46.76	1.8	2.8	1	53.54
TPSD-246MA	468750	9751650	53.835	1.2	2.2	1	50.92

Lanjutan Tabel K.1

Hole ID	East	North	RL	From (m)	To (m)	Interval (m)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
TPSD-26MA	468650	9751600	50.591	1.2	2.2	1	54.54
TPSD-05MA	468850	9751400	50.56	2	3	1	49.89
TPSD-254MA	468900	9751400	51.238	1.5	2.5	1	53.68
TPSD-16MA	468650	9751500	50	1.5	2.7	1.2	58.35
TPSD-11MB	468500	9751550	44	2	3	1	55.31
TPSD-91MA	469000	9751300	46.55	0.9	1.9	1	53.11
TPSD-69MA	468600	9751050	45.2	1.1	2.1	1	52.06
TPSD-23MA	468650	9751550	47.9	2.1	3.1	1	44.96
TPSD-29MA	468800	9751600	54.23	1.9	2.9	1	54.6
TPSD-15MA	468600	9751500	49	1.3	2.6	1.3	56.79
TPSD-92MA	469000	9751250	44.47	0.7	1.7	1	51.69
TPSD-253MA	468900	9751450	51.578	1.4	2.4	1	54.69
TPSD-575AA	468600	9751550	48	1.7	2.9	1.2	57.7
TPSD-33MA	468750	9751450	51.175	2.2	3.2	1	56.14
TPSD-34MA	468700	9751450	51.53	1.8	2.8	1	57.23
TPSD-73MA	468500	9751150	48.313	1.6	2.6	1	54.33
TPSD-33MA	468750	9751450	53.375	1.2	2.2	1	51.5
TPSD-230MA	468750	9751050	40.292	1.4	2.4	1	54.29
TPSD-1026AR	469000	9751200	42.778	1.8	2.8	1	54.15
TPSD-229MA	468750	9751000	38.713	1.7	2.7	1	54.58
TPSD-17MA	468700	9751500	52	1.5	2.7	1.2	57.53
TPSD-1025AR	468950	9751200	42.782	1.6	2.6	1	52.93
TPSD-60RK	468550	9751150	45.644	2.4	3.4	1	54.24
TPSD-275MA	468950	9751450	50.04	1.6	2.6	1	56.62
TPSD-68MA	468650	9751050	43.467	1.6	2.6	1	57.84
TPSD-571AA	468950	9751300	47.2	1.9	3	1.1	55.64
TPSD-74MA	468500	9751200	49.39	1.4	2.4	1	51.52
TPSD-30MA	468850	9751600	53.98	1.9	3.2	1.3	58.03
TPSD-54RK	468800	9751100	40.833	1.1	2.1	1	51.07
TPSD-58RK	468600	9751100	43.169	2.1	3.1	1	55.11
TPSD-999AR	468900	9751200	42.909	1.2	2.2	1	52.87
TPSD-73RK	468700	9751400	51.09	1.4	2.6	1.2	56.4
TPSD-11MA	468600	9751450	49.6	1.6	2.8	1.2	59.28
TPSD-18MA	468750	9751500	53	1.5	2.5	1	57.11
TPSD-58RK	468600	9751100	45.269	1.1	2.1	1	57.45
TPSD-995AR	468750	9751200	45.7	1.4	2.4	1	51.78
TPSD-68RK	468500	9751350	48.233	1.3	2.3	1	57.68
TPSD-72RK	468650	9751400	49.91	1.6	2.6	1	57.46
TPSD-250MA	468900	9751600	53.542	1.2	2.2	1	53.86

Lanjutan Tabel K.1

<i>Hole ID</i>	<i>East</i>	<i>North</i>	<i>RL</i>	<i>From (m)</i>	<i>To (m)</i>	<i>Interval (m)</i>	<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%)</i>
TPSD-233MA	468950	9751550	54.31	1.2	2.3	1.1	53.42
TPSD-569AA	468800	9751150	42.612	1.4	2.5	1.1	53.95
TPSD-60RK	468550	9751150	48.044	1.4	2.4	1	55.9
TPSD-10MA	468650	9751450	50.59	1.6	2.6	1	54.71
TPSD-252MA	468900	9751500	52.45	1.5	2.5	1	58.59
TPSD-57RK	468650	9751100	45.395	1.3	2.6	1.3	54.22
TPSD-56RK	468700	9751100	43.749	2.2	3.2	1	56.63
TPSD-85MA	468550	9751300	48.1	2.3	3.3	1	53.86
TPSD-87MA	468650	9751300	50.29	1.4	2.4	1	56.58
TPSD-12MA	468550	9751450	48	1.6	2.6	1	58
TPSD-85MA	468550	9751300	50.4	1.3	2.3	1	53.87
TPSD-07MA	468900	9751350	49.7	2.2	3.2	1	57.39
TPSD-272MA	468950	9751650	53.61	1.5	2.5	1	55.57
TPSD-568AA	468600	9751150	47.4	1.5	2.5	1	53.86
TPSD-1024AR	468950	9751250	45	0.5	1.5	1	56.37
TPSD-570AA	468900	9751150	40.8	1.7	2.7	1	54.72
TPSD-251MA	468900	9751550	50.3	1.7	2.7	1	56.49
TPSD-270MA	468950	9751550	51	1.6	2.6	1	54.49
TPSD-71RK	468600	9751400	49.51	1.1	2.1	1	54.99
TPSD-84MA	468450	9751350	46	1.7	2.7	1	57.66
TPSD-65RK	468700	9751350	49.37	1.4	2.4	1	56.97
TPSD-271MA	468950	9751600	52.331	1.2	2.2	1	58.21
TPSD-80MA	468550	9751250	50.05	1.3	2.3	1	58.7
TPSD-251MA	468900	9751550	52	0.7	1.7	1	57.15
TPSD-68RK	468500	9751350	45.933	2.3	3.3	1	48.54
TPSD-69RK	468500	9751400	47.23	1.5	2.5	1	55.81
TPSD-76RK	468450	9751450	49.2	1.7	2.7	1	54.2
TPSD-86MA	468600	9751300	50.74	1.2	2.5	1.3	53.13
TPSD-81MA	468500	9751250	49.83	1.5	2.8	1.3	55.62
TPSD-65RK	468700	9751350	50.77	0.4	1.4	1	56.67
TPSD-66MA	468800	9751050	39.105	1.4	2.6	1.2	58.46
TPSD-64MA	468850	9751050	38.21	1.7	2.7	1	57.44
TPSD-51RK	468900	9751100	39.141	1.7	2.7	1	55.74
TPSD-79MA	468600	9751250	50.04	1	2	1	56.95
TPSD-89MA	468750	9751350	51.13	1.4	2.1	0.7	56.77
TPSD-998AR	468850	9751200	43.216	0.6	1.6	1	55.89
TPSD-61RK	468650	9751150	46.853	1.3	2.4	1.1	56.08
TPSD-1000AR	468850	9751150	41.423	0.6	1.6	1	55.89
TPSD-66RK	468650	9751350	50	1.2	2.5	1.3	58.8

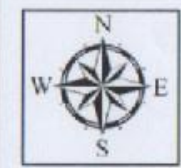
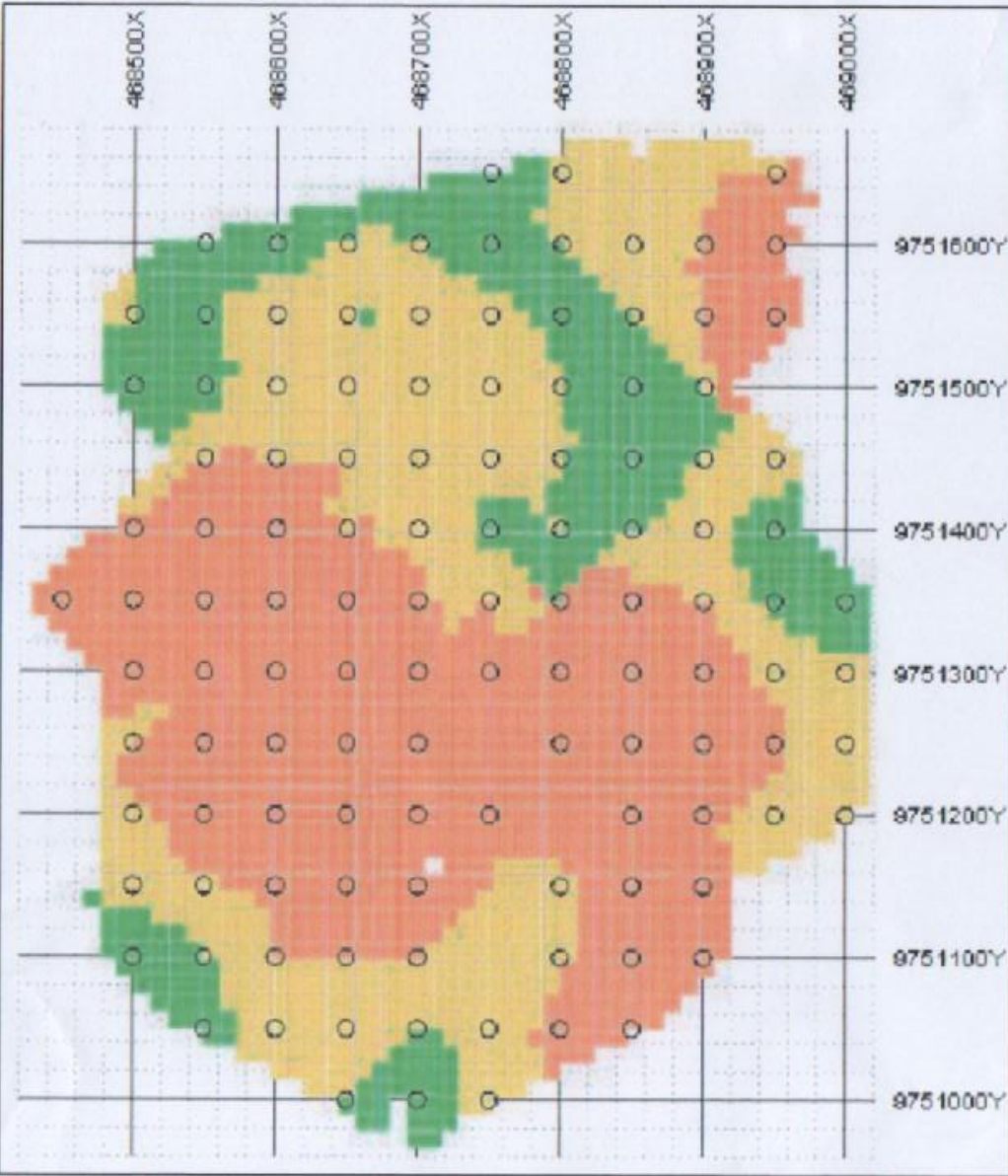


Lanjutan Tabel K.1

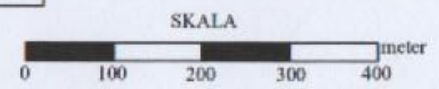
Hole ID	East	North	RL	From (m)	To (m)	Interval (m)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
TPSD-50RK	468850	9751100	39.656	1.4	2.5	1.1	57.75
TPSD-82MA	468500	9751300	49.3	1.5	2.4	0.9	58.31
TPSD-1023AR	468900	9751250	45.2	1.4	2.5	1.1	57.73
TPSD-572AA	468800	9751350	50.94	1.5	2.7	1.2	60.1
TPSD-06MA	468850	9751350	50.65	1	2.3	1.3	59.62
TPSD-1002AR	468700	9751150	45.581	1.2	2.2	1	57.3
TPSD-90MA	468900	9751300	47.73	1.4	2.5	1.1	58.57
TPSD-573AA	468600	9751350	50.024	1.5	2.7	1.2	56.23
TPSD-78MA	468650	9751250	49.611	1.6	2.8	1.2	58.16
TPSD-67RK	468550	9751350	46.8	2.3	3.3	1	59.15
TPSD-1009AR	468850	9751250	45.5	0.8	1.8	1	58.6
TPSD-79MA	468600	9751250	48.04	2	2.9	0.9	57.15
TPSD-75MA	468550	9751200	49.2	1.5	2.5	1	59.17
TPSD-77MA	468650	9751200	48.68	1.6	2.6	1	56.42
TPSD-1010AR	468800	9751250	46.445	0.9	1.9	1	58.11
TPSD-1003AR	468700	9751200	47.35	1.2	2.2	1	58.48
TPSD-1008AR	468850	9751300	48.53	1	1.8	0.8	58.06
TPSD-67RK	468550	9751350	49.1	1.3	2.3	1	59.9
TPSD-70RK	468550	9751400	48.7	1.5	2.4	0.9	60.04
TPSD-76MA	468600	9751200	49.09	1.6	2.9	1.3	59.5
TPSD-1007AR	468800	9751300	49	0.9	1.9	1	57.69
TPSD-88MA	468700	9751300	49.93	1.4	2.5	1.1	59.5
TPSD-1004AR	468700	9751250	48.802	1.2	2.2	1	59.83
TPSD-1006AR	468750	9751300	49.06	1.3	2.5	1.2	59.46

**LAMPIRAN L**  
**MODEL BLOK 2 DIMENSI TEKNIK *ORDINARY KRIGING***

MODEL BLOK 2 DIMENSI  
 METODE *ORDINARY KRIGING*  
 PENAKSIRAN SUMBERDAYA BAUKSIT



UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR  
 PROJECTION SPHEROID & DATUM  
 WGS 84 49S



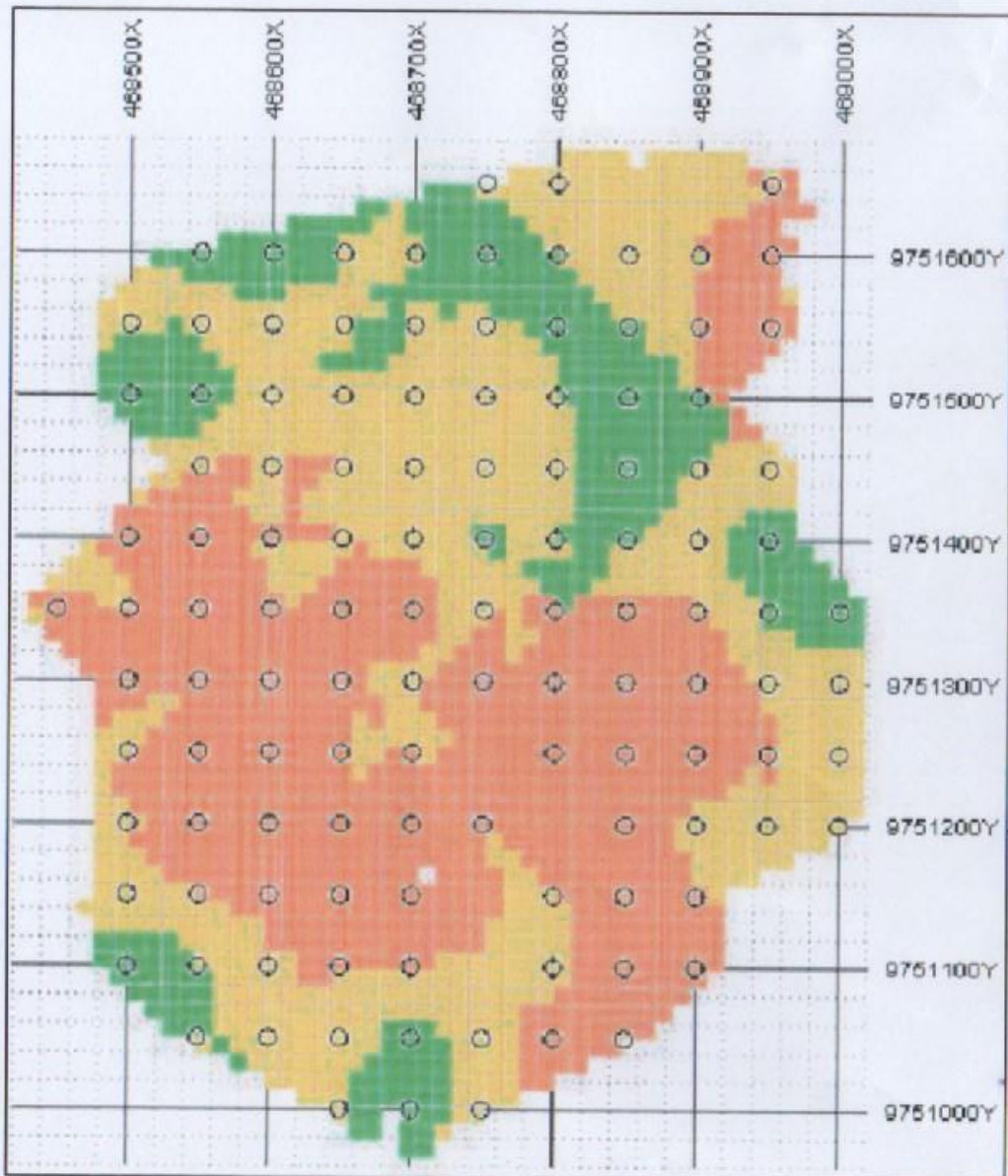
LEGENDA

- : Titik *Test Pit*
- (Green) : 43% - 51,7%
- (Yellow) : 51,7% - 55,3%
- (Red) : 55,3% - 58,9 %

INDEKS PETA



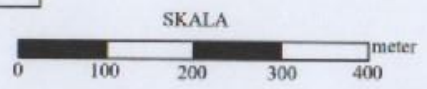
**LAMPIRAN M**  
**MODEL BLOK 2 DIMENSI TEKNIK *MULTIPLE INDICATOR KRIGING***



**MODEL BLOK 2 DIMENSI  
METODE *MULTIPLE INDICATOR KRIGING*  
PENAKSIRAN SUMBERDAYA BAUKSIT**



UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR  
PROJECTION SPHEROID & DATUM  
WGS 84 49S



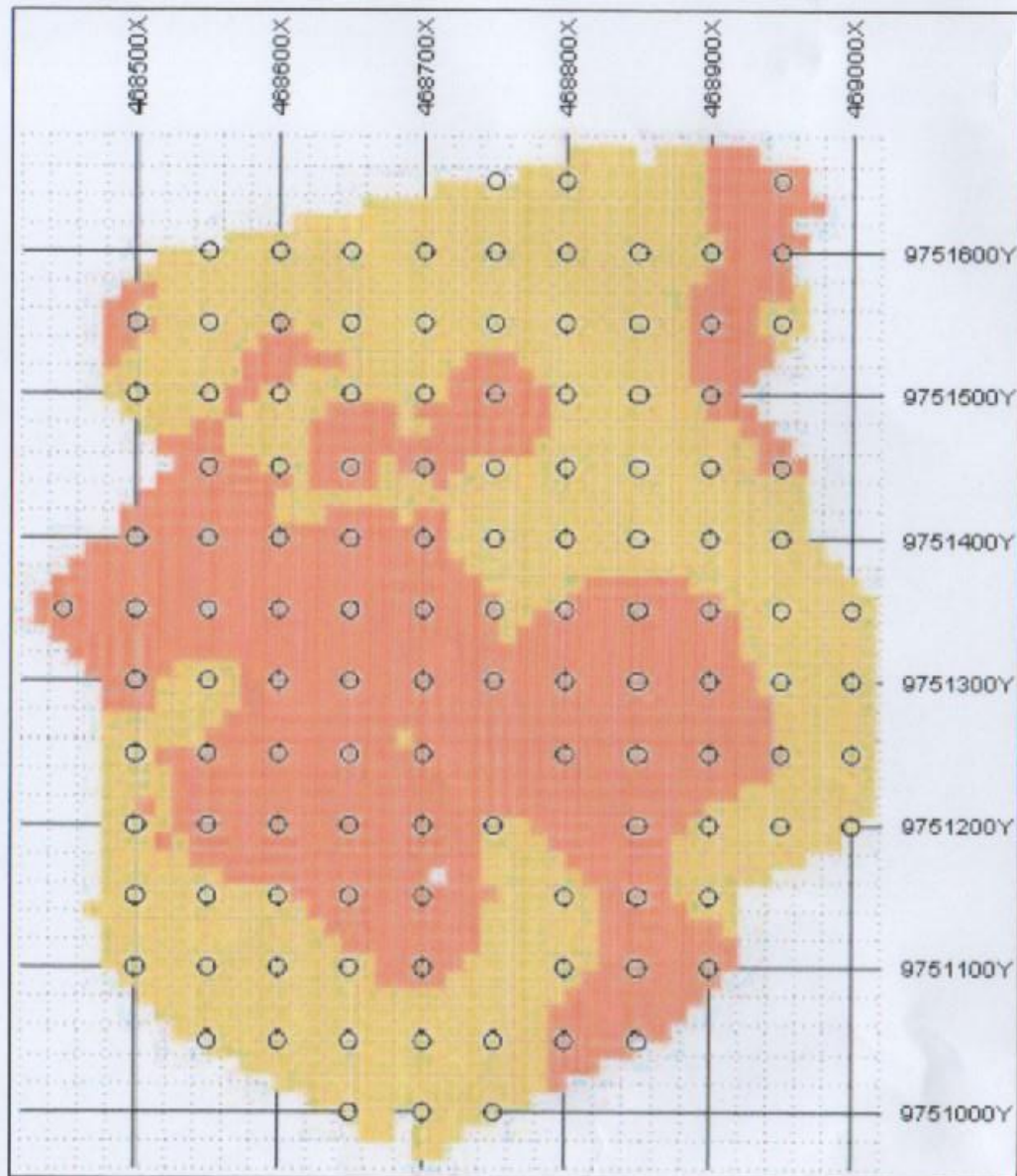
**LEGENDA**

- : Titik *Test Pit*
- (Green) : 43% - 51,7%
- (Yellow) : 51,7% - 55,3%
- (Orange) : 55,3% - 58,9 %

**INDEKS PETA**



**LAMPIRAN N**  
**MODEL BLOK 2 DIMENSI TEKNIK *MEDIAN INDICATOR KRIGING***



**MODEL BLOK 2 DIMENSI  
METODE *MEDIAN INDICATOR KRIGING*  
PENAKSIRAN SUMBERDAYA BAUKSIT**



UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR  
PROJECTION SPHEROID & DATUM  
WGS 84 49S



**LEGENDA**

- : Titik *Test Pit*
- : 51,7% - 55,3%
- : 55,3% - 58,9 %

**INDEKS PETA**

