

**PENGOLAHAN DATA PASANG SURUT MENGGUNAKAN METODE ADMIRALTY DI PELABUHAN LEGON BAJAK KARIMUNJAWA PADA BULAN JANUARI – FEBRUARI 2018**

**TIDAL DATA PROCESSING USING ADMIRALTY METHOD IN LEGON BAJAK HARBOR KARIMUNJAWA IN JANUARY - FEBRUARY 2018**

<sup>1</sup>Tiara Suci\*, <sup>2</sup>Billy Yanfeto, <sup>2</sup>Rifqi Noval Agassi

<sup>1</sup>Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

<sup>2</sup>Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut

\*Koresponden penulis: tiarasuci@students.undip.ac.id

**Abstrak**

Pelabuhan Legon Bajak terletak di sisi Timur Pulau Karimunjawa Provinsi Jawa Tengah. Pelabuhan Legon Bajak Karimunjawa ini ditujukan sebagai tempat bersandar kapal Pelni dari pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Pasang surut digunakan dalam penentuan jalur pelayaran karena alur ini berfungsi untuk mengarahkan kapal yang akan masuk ke pelabuhan Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tipe pasang surut dan elevasi muka air di sekitar perairan Pelabuhan Legon Bajak. Metode yang digunakan adalah metode *admiralty*. Metode *Admiralty* adalah suatu metode yang dapat mengolah data ketinggian pasang surut ke dalam bentuk komponen-komponen penyusun pasang surut berdasarkan tabel-tabel pasang surut yang dikembangkan. Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini adalah Pelabuhan memiliki nilai *Formzhal* lebih dari 3 yaitu (4,1606 dan 6,5692) maka dari itu Pelabuhan Legon Bajak memiliki tipe pasang surut harian Tunggal. Pelabuhan Legon Bajak memiliki nilai *mean sea level* setinggi 182,6 cm lalu HHWL setinggi 218,93 cm, MHWL 207,56 cm, MLWL 157,72 dan LLWL 146,4 cm. Prediksi dilakukan ditanggal yang sama untuk dijadikan perbandingan dan mencari nilai RMSE yang dapat dijadikan acuan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi.

**Kata kunci:** Pasang surut, Elevasi Muka Air, Metode Admiralti, Karimunjawa, Pelabuhan Legon Bajak

**Abstract**

*Legon Bajak Harbor is located on the east side of Karimunjawa Island, Central Java Province. The Legon Bajak Karimunjawa harbor is intended as a berth for Pelni ships from the Tanjung Emas harbor in Semarang. Tides are used in determining shipping routes because these channels function to direct ships that will enter the harbor. The aim of this research is to determine the type of tides and water level elevation around the waters of Legon Bajak Harbor. The method used is the admiralty method. The Admiralty method is a method that can process tidal height data into tidal components based on developed tidal tables. The results obtained in this research are that the harbor has a Formzhal value of more than 3, namely (4.1606 and 6.5692), therefore Legon Bajak Harbor has a single daily tidal type. Legon Bajak Harbor has a mean sea level of 182.6 cm, HHWL of 218.93 cm, MHWL of 207.56 cm, MLWL of 157.72 and LLWL of 146.4 cm. Predictions are made on the same date to be used as a comparison and to find the RMSE value which can be used as a reference for the level of error in the prediction results.*

**Keyword:** Tidal, Water Level, Admiralty Method, Karimunjawa, Legon Bajak Harbor

**1. PENDAHULUAN**

Pelabuhan Legon Bajak terletak di sisi Timur dari Pulau Karimunjawa apabila menyebrang menuju Karimunjawa dari Pelabuhan Tanjung Emas. Pelabuhan Legon Bajak diperuntukkan kapal PELNI untuk bersandar. Oleh karena itu, data pasang surut dibutuhkan di suatu Pelabuhan. Data dibutuhkan untuk navigasi kapal dan alur keluar masuk kapal ke Pelabuhan karena

kapal besar yang akan masuk ke pelabuhan karena harus memiliki kedalaman tertentu dan hanya bisa masuk saat keadaan air pasang untuk keselamatan bersandarnya kapal. Pasang surut juga digunakan dalam penentuan jalur pelayaran karena alur ini berfungsi untuk mengarahkan kapal yang akan masuk ke pelabuhan. Kedalaman alur pelayaran ditentukan dengan kondisi pasang surut dan dipengaruhi oleh faktor alam

lainnya seperti angin, arus, dan gelombang (Irawan, 2016).

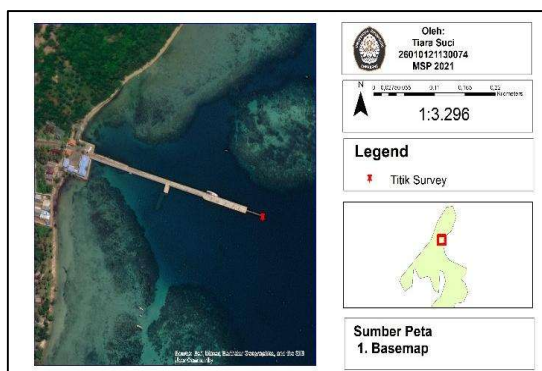
Pasang surut merupakan peristiwa naik turunnya permukaan air laut yang terjadi secara periodik yang diakibatkan oleh hubungan gravitasional antara matahari, bulan, dan bumi. Selain faktor tersebut pasang surut juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti angin, curah hujan, dan iklim. Faktor ini juga menentukan ketinggian tambahan pada permukaan laut dan fluktuasinya sepanjang masa. Fluktuasi muka air laut berubah-ubah secara periodik dalam suatu selang waktu tertentu atau sering disebut dalam satu siklus pasang surut. Karakteristik pasang surut di perairan dipengaruhi oleh letak geografis, morfologi pantai, maupun batimetri perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tipe pasang surut di perairan Pelabuhan Legon Bajak periode 12 Januari – 09 Februari 2018 menggunakan metode admiralty.

## 2. METODE

### 2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pelabuhan Legon Bajak, Karimunjawa pada posisi 5°47'18"S 110°28'45"E (Gambar 1). Pelabuhan Legon Bajak terletak di sisi Timur dari Pulau Karimunjawa dan biasanya diperuntukkan bagi kapal PELNI untuk bersandar. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pelabuhan Legon Bajak menjadi pelabuhan yang dapat disandarkan untuk kapal besar dikarenakan Pelabuhan Karimunjawa tidak bisa digunakan bersandar kapal berukuran besar. Hal ini

dikarenakan Pelabuhan Karimunjawa memiliki perairan yang dangkal dan penuh terumbu karang maka dari itu kapal tidak dapat mendekat ke pelabuhan. (Andromeda *et al.*, 2022).

### 2.2 Data

Data yang digunakan dalam pengolahan ini berupa data pasang surut lapangan yang didapatkan dari Pushidrosal sebagai *input* parameter metode admiralty dan prediksi pasang surut menggunakan *Tidal Prediction of Heights Toolbox* sebagai validasi pasang surut hasil perhitungan *admiralty*.

### 2.3 Metode

Dalam penelitian ini dilakukan penelitian dengan metode admiralty. Metode *Admiralty* adalah suatu metode yang dapat mengolah data ketinggian pasang surut ke dalam bentuk komponen-komponen penyusun pasang surut berdasarkan tabel-tabel pasang surut yang dikembangkan. Komponen yang ada dalam pengolahan data pasang surut adalah nilai *Formzhal* yang dapat menentukan tipe pasang surut dari suatu wilayah karena nilai komponen yang dominan akan menghasilkan tipe pasang surut yang berbeda, MSL, LLWL, HHWL, dsb. Perhitungan pasang surut berdasarkan data pengamatan ketinggian air di setiap jamnya selama 15 pialan ataupun 29 pialan. Proses perhitungan dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* agar lebih mudah, efisien dan fleksibel (Nirmala dan Hafiyyan., 2018)

$$\begin{aligned} \text{MSL} &= S_0 = S_0 \dots \dots \dots (1) \\ \text{HHWL} &= S_0 + (\text{AM}_2 + \text{AS}_2 + \text{AK}_1 + \text{AO}_1) \dots \dots \dots (2) \\ \text{MHWL} &= S_0 + (\text{AM}_2 + \text{AK}_1 + \text{AO}_1) \dots \dots \dots (3) \\ \text{MLWL} &= S_0 - (\text{AM}_2 + \text{AK}_1 + \text{AO}_1) \dots \dots \dots (4) \\ \text{LLWL} &= S_0 - (\text{AM}_2 + \text{AS}_2 + \text{AK}_1 + \text{AO}_1) \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

Data yang telah diukur di lapangan akan dibandingkan dengan data prediksi yang didapatkan melalui perangkat lunak MIKE21. Perhitungan akurasi menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE). RMSE merupakan besarnya tingkat kesalahan hasil prediksi, dimana semakin kecil (mendekati 0) nilai RMSE maka hasil prediksi tersebut akan menunjukkan

kesesuaian yang sangat baik. (Rahman *et al.*, 2022). Nilai RMSE dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\hat{X}_i - X_i]^2} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

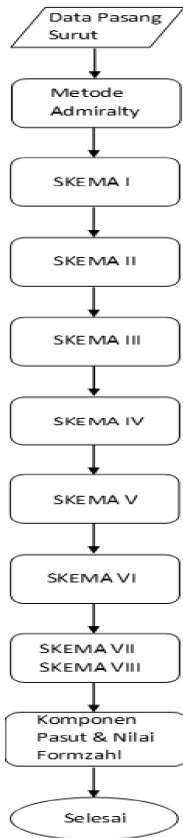
$RMSE$  = akar dari rata-rata kuadrat kesalahan

$\hat{X}_i$  = hasil pemodelan

$X_i$  = data validasi

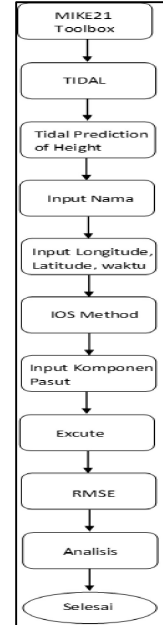
$N$  = jumlah data

Tahapan pengolahan data menggunakan metode admiralty disajikan pada Gambar 2 sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Metode Admiralty

Setelah melewati pengolahan data menggunakan metode Admiralty dilanjutkan dengan Prediksi pasut. Tahapan pengolahan data prediksi disajikan pada Gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Prediksi MIKE21

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pasang Surut

Pasang surut merupakan proses naik turunnya permukaan air laut (*sea level*) secara periodik yang ditimbulkan oleh adanya tarik menarik benda benda luar angkasa seperti bulan dan matahari terhadap bumi. Komponen pasang surut adalah konstanta yang memiliki karakter harmonik terhadap waktu serta merupakan pembentuknya terjadi pasang surut. Tipe pasang surut dapat dibedakan berdasarkan nilai Formzahl yang dihasilkan dari suatu wilayah perairan. Tipe pasang surut dibedakan menjadi 4 dan berikut skala nilai formzahl untuk menentukan tipe pasang surut. Hasil Komponen Pasut di Pelabuhan Legon Bajak disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Komponen Pasut di Pelabuhan Legon Bajak

Nilai Formzahl	Tipe Pasang Surut	Keterangan
F < 0,25	Pasang Surut Harian Ganda	Dua kali pasang dan dua kali

	( <i>Semi Diurnal Tide</i> )	surut dalam sehari
0,25<F<1,25	Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Ganda ( <i>Mixed Tide Prevailing Semidiurnal</i> )	Dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari
1,25<F<3,00	Pasang Surut Campuran Condong ke Harian Tunggal ( <i>Mixed Tide Prevailing Diurnal</i> )	Satu kali pasang dan satu kali surut akan tetapi terkadang terjadi Dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari
F>3,00	Pasang Surut Harian Tunggal ( <i>Diurnal Tide</i> )	Satu kali pasang dan satu kali surut dalam sehari

Pengamatan lapangan dilakukan selama 29 piantan dalam perhitungan admiralty yang dilakukan dari skema I sampai skema VIII. Hasil perhitungan nilai 9 komponen pasang surut pada tabel berikut.

**Tabel 2.** Hasil Komponen Pasut di Pelabuhan Legon Bajak

	A Cm	g °
S <sub>0</sub>	182,64	
M <sub>2</sub>	2,91	304,67
S <sub>2</sub>	2,38	172,74
N <sub>2</sub>	1,18	128,96
K <sub>1</sub>	18,90	10,15
O <sub>1</sub>	3,11	329,85
M <sub>4</sub>	0,07	137,64
MS <sub>4</sub>	0,86	36,22
K <sub>2</sub>	0,6	172,7
P <sub>1</sub>	6,2	10,2

Berdasarkan Tabel 2 bahwa komponen pasang surut pada Pelabuhan Legon Bajak dominan K1 yaitu sebesar 18,90 cm sementara komponen terendah adalah M4 dan K2. Dominasi K1 menunjukkan adanya pengaruh dari lunisolar diurnal dan tipe karakteristik pasang surut Pelabuhan Legon Bajak adalah diurnal. Komponen pasut semidiurnal terdiri dari (M2, S2, N2, dan K2), komponen pasut diurnal (K1, O1, dan P1), dan komponen pasut Shallow (M4 dan MS4) (Pasaribu *et al.*, 2022). Selanjutnya dapat menghitung nilai *Formzhal* untuk validasi tipe pasang surut di Pelabuhan Legon Bajak dengan persamaan berikut:

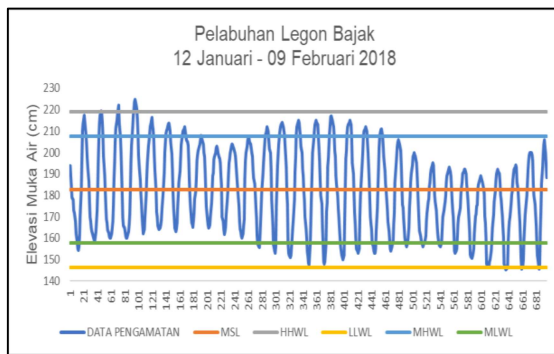
$$F = \frac{AK1+A}{AM2+AS2} \dots \dots \dots (7)$$

Berdasarkan persamaan 7 didapatkan nilai *Formzhal* pada Pelabuhan Legon Bajak 4,1606 sehingga dinyatakan masuk ke dalam tipe pasang surut Harian Tunggal karena memiliki nilai lebih dari 3. Hal ini menunjukkan bahwa Pelabuhan Legon Bajak mengalami satu kali pasang dan satu kali surut. Hasil perhitungan elevasi muka air di Pelabuhan Legon Bajak dapat dilihat pada table 3 sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Elevasi

	Pelabuhan Legon Bajak
HHWL (cm)	218,93
MHWL (cm)	207,56
MSL (cm)	182,6
MLWL (cm)	157,72
LLWL (cm)	146,4

Grafik elevasi muka air pada Pelabuhan Legon Bajak disajikan pada Gambar 4 sebagai berikut:



**Gambar 4.** Elevasi Muka Air Pelabuhan Legon Bajak

Hasil perhitungan elevasi muka air di Pelabuhan Legon Bajak dapat Tabel 3. Tabel menunjukkan Pelabuhan memiliki *mean sea level* setinggi 182,6 cm lalu HHWL setinggi 218,93 cm, MHWL 207,56 cm, MLWL 157,72 dan LLWL 146,4 cm. Data pasang surut sangat dibutuhkan di Pelabuhan Legon Bajak karena pelabuhan ini menjadi sandaran utama bagi kapal PELNI yang akan menuju Karimunjawa.

### 3.2 Prediksi

Nilai komponen pasang surut yang didapatkan disajikan pada Tabel 4 sebagai berikut:

**Tabel 4.** Nilai Komponen Pasut di Pelabuhan Legon Bajak menggunakan MIKE21

	A Cm	g °
S <sub>0</sub>	182,56	
M <sub>2</sub>	2,77	329,32
S <sub>2</sub>	1,85	170,02
N <sub>2</sub>	1,03	217,63
K <sub>1</sub>	26,6	7,32

O <sub>1</sub>	3,75	13,84
M <sub>4</sub>	0,15	123,15
MS <sub>4</sub>	0,21	85,82
Q <sub>1</sub>	2,99	128,17

Prediksi pasang surut di Pelabuhan Legon Bajak. Prediksi dilakukan pada tanggal yang sama dengan pengamatan lapangan yaitu 12 Januari sampai 09 Februari 2018 selama 29 piantan. Prediksi pasang surut dilakukan dengan dua cara yaitu berdasarkan nilai komponen pasang surut yang telah didapatkan sebelumnya atau diperoleh dari model pasang surut global.

Berdasarkan Tabel 4 bahwa prediksi komponen pasang surut pada Pelabuhan Legon Bajak dominan K<sub>1</sub> dan O<sub>1</sub> yaitu 26,6 dan 3,75. Dominasi ini menunjukkan bahwa sesuai prediksi untuk Pelabuhan ini juga memiliki pasang surut harian Tunggal atau diurnal. Selanjutnya dapat menghitung nilai *Formzhal* sesuai dengan persamaan 7. Nilai *Formzhal* yang didapatkan 6,569264 sehingga dapat dinyatakan secara prediksi pelabuhan ini memiliki tipe pasang surut harian Tunggal. Komponen pasang surut yang ada dapat dimasukkan ke dalam persamaan 1-5 untuk mendapatkan elevasi muka air.

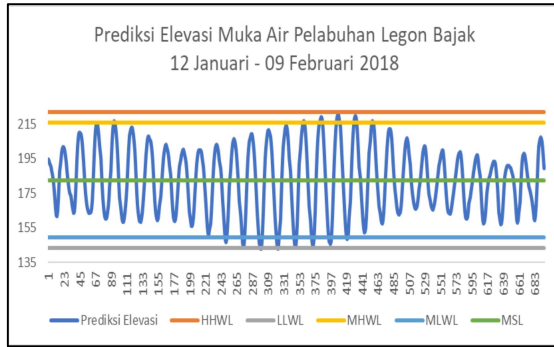
Hasil Perhitungan Prediksi Elevasi muka air juga disajikan pada Tabel 5 sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Prediksi Elevasi

	Prediksi Pelabuhan Legon Bajak
HHWL (cm)	221,91
MHWL (cm)	215,68
MSL (cm)	182,56
MLWL (cm)	149,44
LLWL (cm)	143,21

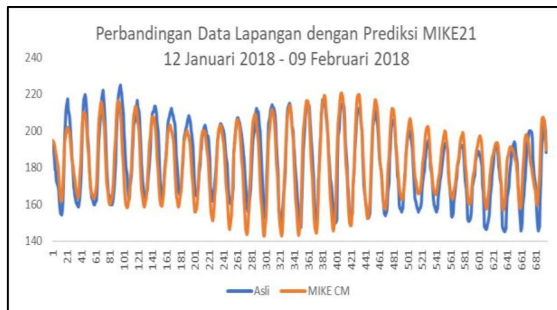
Hasil perhitungan elevasi muka air di Pelabuhan Legon Bajak dapat Tabel 5. Tabel menunjukkan Pelabuhan memiliki *mean sea level* setinggi 182,56 cm lalu HHWL setinggi 221,91 cm, MHWL 215,68 cm, MLWL 149,44 dan LLWL 143,21 cm.

Grafik prediksi elevasi muka air pada Pelabuhan Legon Bajak disajikan pada Gambar 5 sebagai berikut:



**Gambar 5.** Prediksi Elevasi Muka Air Pelabuhan Legon Bajak

Grafik perbandingan data lapangan dan prediksi elevasi muka air pada Pelabuhan Legon Bajak disajikan pada Gambar 6 sebagai berikut:



**Gambar 6.** Perbandingan Data Lapangan dengan Prediksi

Berdasarkan gambar 6 dapat dilihat bahwa perbandingan antara data lapangan prediksi MIKE21 tidak jauh berbeda. Hal ini dikarenakan air bersifat fluktuatif yang sering berganti dan perbedaan elevasi muka air karena adanya faktor yang terjadi dilapangan seperti kapal yang akan bersandar dan membuat kenaikan muka air, sampah laut yang melewati sensor dan error lainnya. Oleh karena itu setelah didapatkannya data lapangan harus melakukan proses *smoothing* untuk menghilangkan data error atau *outlier* yang didapatkan.

### 3.3 Root Mean Square Error (RMSE)

RMSE adalah tingkat kesalahan yang terjadi dari nilai prediksi yang didapatkan dan akan dibandingkan dengan data pengamatan langsung. Hasil RMSE dinilai bagus apalagi nilainya mendekati 0. RMSE dapat dihitung dengan persamaan 6 yaitu akar dari nilai *Formzhal* prediksi dikurang

nilai *Formzhal* data lapangan dipangkat 2 lalu dibagi dengan jumlah data pasang surut keseluruhan yaitu 696 data. Hasil nilai RMSE adalah 0,091297902 atau 9,12% maka perbandingan data lapangan dan prediksi dinilai sangat bagus karena menunjukkan dibawah ambang batas yaitu 40%.

## 4. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa dari data lapangan dengan data prediksi didapatkan beberapa nilai komponen pasang surut yaitu M2, S2, N2, K2, K1, O1, M4, MS4, P1 dan pada kedua data didapatkan nilai K1 yang paling dominan.

Data lapangan dengan data prediksi didapatkan nilai *Formzhal* lebih dari 3 yaitu (4,1606 dan 6,5692) maka dari itu Pelabuhan Legon Bajak memiliki tipe pasang surut harian Tunggal.

Hasil perhitungan elevasi muka air di Pelabuhan Legon Bajak memiliki *mean sea level* setinggi 182,56 cm lalu HHWL setinggi 221,91 cm, MHWL 215,68 cm, MLWL 149,44 dan LLWL 143,21 cm.

Nilai RMSE hasil perhitungan admiralty pasang surut dengan data prediksi sebesar 0,09129 m dan dapat dikatakan akurat.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Andromeda, V. F., Anggrahini, W., Abritia, R. N., dan Putra, I. M. W. S. 2022. Strategi Transportasi Laut Untuk Mendukung Pengembangan Pariwisata di Karimunjawa. *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*, 24(1): 11-20.
- Aristi, S., Sutikno, S., dan Fauzi, M. 2020. Analisis Pola Arus Akibat Pasang Surut di Pantai Selat Baru Kabupaten Bengkulu. *Jurnal Selodang Mayang*, 6(3): 172-177.
- Irawan, S. 2016. Pemetaan Pasang Surut dan Arus Laut Pulau Batan dan Pengaruhnya Terhadap Jalur Transportasi Antar Pulau. *Jurnal Kelautan*, 9(1): 32-42.
- Nirmala, A. dan Hafiyyan, Q. 2018. *Analysis of The Types and Characteristics of*

- The Tides Using the Admiralty Method on Two Rivers in The Kubu Raya District. Jurnal Teknik Sipil, 23(2): 262-268.*
- Pasaribu, R. P., Sewiko, R., dan Arifin. 2022. Penerapan Metode Admiralty Untuk Mengolah Data Pasang Surut di Perairan Selat Nasik Bangka Belitung. *Jurnal Ilmiah Platax, 10(1): 146-160.*
- Rahman, S. E., Yusuf, M., dan Nasution, Y. N. 2022. Studi Numerik Hidrodinamika di Perairan Teluk Balikpapan Menggunakan Metode Volume Hingga. *Jurnal Geosains Kutai Basin, 5(1): 8-16.*

