

## **Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Menggunakan *Software Arcgis* Untuk Informasi Hidrologi di Tambang PT Beraucoal Sambarata Mine Operation (SMO) Kecamatan Tanjung Redeb Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur**

Geographic Information System Application (GIS) Using Arcgis Software for Hydrological Information at the Mine of PT Beraucoal Sambarata Mine Operation (SMO) in Tanjung Redeb District, Berau Regency, East Kalimantan Province

<sup>1</sup>Ghufran Aziz, <sup>2</sup>Yunus Ashari, <sup>3</sup>Noor Fauzi

<sup>1,2,3</sup>Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,  
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116  
email: Ghufranaziz54@gmail.com

**Abstract:** Berau Coal Company is coal mining companies located in Berau, East Kalimantan province to implement the Surface Mining Method where the general management of surface water (surface water management) which is usually applied consists of the activities of mine drainage, mine dewatering, separation (separation of natural and disturbed water) and sediment control. The research was conducted using Geographic Information System (GIS) which is a method that can be used in conducting hydrological analysis based on spatial data, especially in calculating runoff due to flooding. The method used in calculating runoff due to rain uses the Rational method, with the initial data used in the form of landuse map, topography, and hydrological data of daily rainfall data. GIS is used to calculate variables in the rational method equation with overlay analysis that is available in ArcGis 10.3. ArcGIS software also be used as a program in displaying hydrological information based on Geographic Information Systems (GIS) at PT. Berau Coal pit locations. Information on digital-based hydrological conditions is of course very necessary for engineers of PT. Berau Coal as a means to make decisions and policies that will be carried out in monitoring the hydrological conditions in the PT. Coal Coal pit. The results of the study obtained can be calculated Log Pearson III distribution, Mononobe equation, and rational formula for runoff discharge. The amount of planned discharge due to rainfall from GIS processing results in runoff discharge based on channel segments, namely segment 1 = 3.259 m<sup>3</sup> / s, segment 2 = 7.169 m<sup>3</sup> / s, segment 3 = 3.912 m<sup>3</sup> / s and segment 4 = 14.340 m<sup>3</sup> / s. From the results of calculations using the Manning equation obtained puritan dimensions of segment 1 with channel opening width = 1.957 m, channel height (h) = 1.607 m, and channel base width (b) = 1.339 m.

**Keywords:** SIG, Waterflow, Channel Dimension, ArcGIS 10.3, Rational Method

**Abstrak:** PT.Berau Coal merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penambangan batubara yang berlokasi di kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur dengan menerapkan Sistem Tambang Terbuka (*Surface Mining*) di mana secara umum manajemen air permukaan (*surface water management*) yang biasa diterapkan terdiri dari kegiatan *mine drainage*, *mine dewatering*, *separation* (pemisahan air alami dan terganggu) dan *sedimentcontrol*. Penelitian yang dilakukan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan untuk analisa hidrologi dengan berbasis data spasial, khususnya dalam menghitung debit limpasan. Metode yang dipakai dalam menghitung debit limpasan akibat hujan menggunakan metode Rasional, dengan data awal berupa peta tata gunalahan, topografi, dan data hidrologi berupa data curah hujan harian. SIG digunakan untuk menghitung variabel-variabel dalam persamaan metode rasional dengan analisa *overlay* yang telah tersedia dalam ArcGis 10.3 *Software ArcGIS 10.3* juga dapat digunakan sebagai program untuk menampilkan informasi hidrologi berbasis SIG di lokasi pit PT.Berau Coal. Penginformasian kondisi hidrologi berbasis digital tentu saja sangat diperlukan bagi *engineer* PT. Berau Coal sebagai sarana dalam mengambil keputusan dan kebijakan yang akan dilakukan dalam memonitor kondisi hidrologi di pit Hasil kajian dilakukan perhitungan distribusi *Log Pearson III*, persamaan *Mononobe*, dan rumus rasional untuk debit limpasan. Besar debit rencana akibat hujan hasil pengolahan SIG didapatkan debit limpasan berdasarkan segmen saluran yaitu segmen 1 = 3,259 m<sup>3</sup>/s, segmen 2 = 7,169 m<sup>3</sup>/s, segmen 3 = 3,912 m<sup>3</sup>/s dan segmen 4 = 14,340 m<sup>3</sup>/s. dari hasil perhitungan menggunakan persamaan *Manning* didapatkan dimensi puritan segmen 1 dengan lebar bukaan saluran= 1,957 m, tinggi saluran (h) = 1,607 m, dan lebar dasar saluran (b) = 1,339 m.

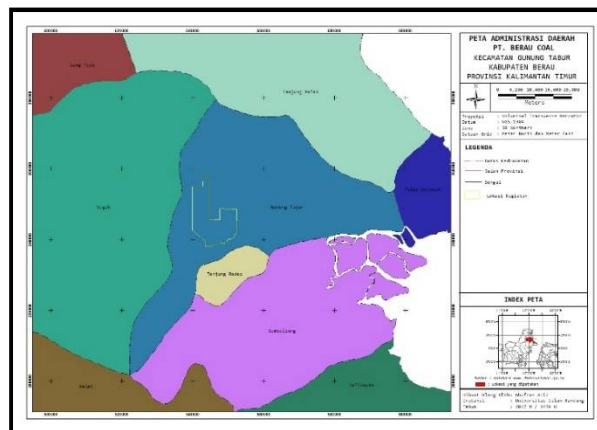
**Kata kunci :** SIG, Debit limpasan, Dimensi saluran, ArcGIS 10.3, Metode Rasional

## A. Pendahuluan

### Latar Belakang

PT.Berau Coal merupakan perusahaan yang bergerak di bidang penambangan batubara yang berlokasi di kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur dengan menerapkan Sistem Tambang Terbuka (*Surface Mining*) di mana secara umum manajemen air permukaan (*surface water management*) yang biasa diterapkan terdiri dari kegiatan *mine drainage*, *mine dewatering*, *separation* (pemisahan air alami dan terganggu) dan *sedimentcontrol*.

Dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat pekerjaan pemantauan manajemen air permukaan di area pertambangan tentunya dapat sedikit berkurang dengan menggunakan bantuan sistem informasi geografis. Sistem Informasi Geografis (SIG) memberikan harapan baru dalam mengoptimalkan upaya penyelesaian masalah manajemen air permukaan sehingga keberadaan dari sistem informasi geografis tersebut dirasa sangat diperlukan. Selain dapat memberikan informasi spasial akan karakteristik daerah aliran sungai, SIG juga dapat memberikan gambaran spasial mengenai peruntukkan dan penutupan lahan secara rinci serta SIG juga dapat dikembangkan sebagai media untuk mengetahui informasi hidrologi khususnya di tambang PT.Berau Coal *Site Sambarata Pit C2*.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

Mengingat penggunaan SIG di PT.Berau Coal ini belum optimal maka penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai *pilot project* ataupun contoh dalam membangun sistem informasi hidrologi berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yang mana dapat digunakan oleh *engineer* di PT.Berau Coal sebagai media untuk memonitor keadaan hidrologi di *Site* serta mengambil keputusan yang tepat. Selain dapat bermanfaat bagi *department Geotechnical and Hydrology*, pembangunan sistem informasi hidrologi berbasis SIG ini juga dapat bermanfaat bagi *department* lain karena informasi yang disajikan tersistem dan dapat di-*update*.

### Tujuan Penelitian

1. Mengetahui parameter-parameter yang digunakan sebagai *input* data dalam membangun informasi hidrologi berbasis SIG yang ada di PT. Berau Coal;
2. Membangun informasi hidrologi berbasis SIG yang ada di *PIT C2* PT.Berau Coal *Site Sambarata*;
3. Melakukan *review* dan analisis terhadap saluran sebagai salah satu *input system* informasi hidrologi;

4. Melakukan *review* dan analisis terhadap *Water Monitoring Point (WMP)* sebagai salah satu input *system* informasi hidrologi;
5. Memberikan tahapan terhadap proses atau tutorial dalam proses pengolahan dan penyusunan data sistem informasi hidrologi berbasis GIS ke dalam *software ArcGIS*.

## B. Landasan Teori

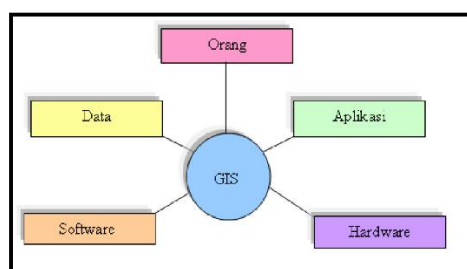
Sistem Informasi Geografis atau disingkat SIG merupakan suatu sistem yang memiliki kemampuan dalam mengumpulkan, menyimpan, mentransformasikan data (mengedit, memanipulasi, dan lain sebagainya). SIG menurut Jaya (2002) merupakan sebuah sistem berbasis komputer, terdiri dari perangkat keras berupa komputer (*hardware*), perangkat lunak (*software*), data geografis dan sumber daya manusia (*Brainware*) yang mampu merekam, menyimpan, memperbaharui, dan menganalisis dan menampilkan informasi yang bereferensi geografis.

Glenn O. Schwab (1996) dalam Prahasta (2002) menyatakan bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan sebuah sistem manajemen informasi yang menyeluruh, di dalamnya termasuk kegiatan survei, pemetaan, kartografi, fotogrametri, penginderaan jarak jauh dan ilmu komputer. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk memasukkan data, mengatur, menganalisis, memanipulasi dan menampilkan data spasial. SIG mempunyai kemampuan untuk melakukan penyelidikan spasial dan overlay sehingga bisa menghasilkan informasi baru. SIG terdiri dari beberapa sub-sistem, yaitu sistem data *input*, sistem penyimpanan data, sistem analisis data, dan sistem data *output*

### 1. Komponen Sistem Informasi Geografis (SIG)

Dalam pengoperasiannya *GIS* ini terdiri atas beberapa komponen di mana komponen *GIS* meliputi perangkat keras (*Hardware*), perangkat lunak (*Software*), dan sumber daya manusia yang mengoperasikannya (*Brainware*)

Adapun dalam pengoperasiannya *GIS* dapat digunakan bila data inputnya merupakan data spasial dan tabular. Data spasial berupa peta, data *GPS*, data penginderaan jauh (foto udara dan citra satelit), dan data hasil dari interpretasi data penginderaan jauh. Adapun yang termasuk data tabular meliputi data sensus penduduk, catatan survei, dan data statistik lainnya. Data yang terkumpul dalam jumlah besar dapat disusun menjadi sebuah basis data.



**Gambar 2.** Komponen yang Diperlukan untuk Menjalankan *GIS*

### 2. Cara Kerja Sistem Informasi Geografis (SIG)

SIG dapat merepresentasikan *realworld* (dunia nyata) di atas monitor komputer sebagaimana lembaran peta yang dapat merepresentasikan dunia nyata di atas kertas. Namun SIG memiliki kekuatan yang lebih dan fleksibilitas dari pada lembaran peta kertas. Peta merupakan representasi grafis dari dunia nyata, objek – objek yang direpresentasikan diatas peta disebut unsur peta atau *map features* (contohnya adalah

sungai, kebun, jalan, dan lain-lain). Karena peta mengorganisasikan unsur – unsur berdasarkan lokasinya, peta sangat baik dalam memperlihatkan hubungan atau relasi yang dimiliki oleh unsur – unsurnya.

### 3. Fungsi Analisis SIG

Kemampuan SIG dapat juga dikenali dari fungsi-fungsi analisis yang dapat dilakukannya. Secara umum terdapat dua jenis fungsi analisis, yaitu fungsi analisis spasial dan fungsi analisis atribut. Fungsi analisis atribut terdiri dari operasi dasar basisdata yang mencakup *create database, drop database, create table, drop table, record dan insert, field, seek, find, search, retrieve, edit, update, delete, zap, pack*, membuat indeks untuk setiap tabel basisdata, dan perluasan operasi basisdata yang mencakup *export dan import, structured query language*, dan operasi atau fungsi analisis lain yang sudah rutin digunakan di dalam sistem basisdata. Fungsi analisis spasial terdiri dari *reclassify, overlay, dan buffering*. (Prahasta, 2002).

Salah satu fungsi tools SIG yang paling *powerful* dan mendasar adalah integrasi data dengan cara baru. Salah satu contohnya adalah *overlay*, yang memadukan *layers* data yang berbeda. SIG juga dapat mengintegrasikan data secara matematis dengan melakukan operasi-operasi terhadap atribut tertentu dari datanya (Prahasta, 2002).

### 4. Debit Air Limpasan

Perhitungan yang digunakan untuk mengetahui debit air limpasan yaitu Metode Rasional (*US Soil Conservation Service* 1973). Rumus ini dapat digunakan hanya untuk daerah penelitian yang cangkupannya kecil atau  $\pm 300$  Ha dan kondisi permukaan yang relatif homogen (Goldman et.al.,1986, dalam Suripin, 2004). Dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Di mana :

Q = Debit rencana ( $m^3/det$ )

C = Koefisien Limpasan

I = Intensitas hujan rencana (mm/jam)

A = Luas *catchment area* ( $Km^2$ )

### 5. Perencanaan Paritan

Perencanaan paritan pada tambang berfungsi sebagai penampung limpasan air permukaan pada suatu daerah dan mengalirkannya ke luar daerah penambangan. Dalam merancang bentuk saluran paritan, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain, debit air yang direncanakan dan teknis penerapan dilapangan berdasarkan penyesuaian dengan bentuk topografi dan jenis tanah. Penentuan dimensi paritan dapat dihitung dengan persamaan Manning sebagai berikut :

$$v = (1/n) \times (R^{2/3}) \times S^{1/2}$$

di mana :

Q = debit pengaliran maksimum ( $m^3/detik$ )

A = luas penampang ( $m^2$ )

S = kemiringan dasar saluran (%)

R = jari-jari hidrolis (meter)

n = koefisien kekasaran dinding saluran menurut Manning

Dalam rumus Manning, debit (Q) dipengaruhi oleh nilai kemiringan dasar paritan (S) di mana nilai tersebut dipengaruhi oleh kecepatan aliran air (v) yang melewati paritan. Dengan demikian, maka harus ditentukan terlebih dahulu nilai kecepatan aliran mana yang sesuai dengan debit yang masuk ke dalam paritan.

## C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### Debit Air Limpasan yang Masuk Ke Pit

Dari hasil deliniasi peta topografi untuk mendapatkan *Catchment Area*, sehingga dapat diketahui potensi air limpasan yang masuk ke dalam *Pit*. Setelah diketahui nilai koefisien limpasan dan luasan *catchment area* (lihat Gambar 1) di lokasi penelitian, maka debit air limpasan yang masuk ke dalam *Pit* dapat dihitung dengan menggunakan rumus rasional. Berikut pada Tabel 1. adalah hasil perhitungan debit air limpasan :

**Tabel 1.** Total Debit Air yang Masuk ke Dalam *Pit* Periode Ulang 10 Tahun

Lokasi	Koefisien Limpasan (C)	Intensitas Curah Hujan (I) (m/s)	Catchment Area (A) m <sup>2</sup>	Debit (Q) (m <sup>3</sup> /detik)
<i>Catchment Area 2</i>	0,854	0,00908	4.242.000	23,979

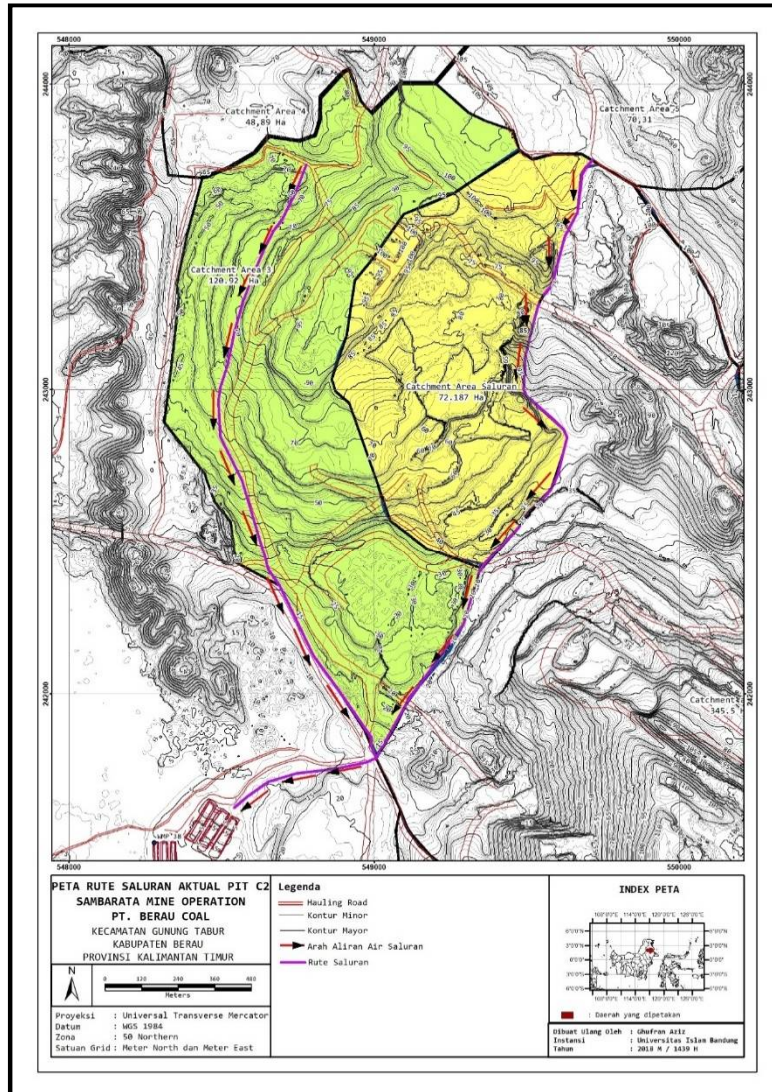
### Pencegahan Air Limpasan

Perencanaan paritan dilakukan setelah diketahui debit air yang masuk ke daerah tambang setiap segmen *catchment area*. Sebelum merencanakan jalur paritan, terdapat beberapa aspek yang harus diperhatikan di antaranya yaitu :

Penampang paritan dibuat berbentuk trapesium dengan dimensi paritan direncanakan berdasarkan volume air maksimum pada saat musim penghujan deras dengan memperhitungkan kemiringan lereng. Pembuatan saluran pengalihan ini dibagi menjadi 4 segmen untuk menampung 2 *catchment area* yang berbeda. Dari hasil perhitungan didapatkan hasil rencana paritan sebagai berikut :

**Tabel 2.** Rencana Dimensi Paritan

Dimensi	Ukuran (m)			
	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3	Segmen 4
Panjang rencana paritan (L)	1556	690	2089	504
Lebar Permukaan Saluran (B)	1,957	2,590	2,192	3,192
Lebar dasar saluran (b)	1,339	1,772	1,500	2,184
Ke dalaman Aliran (y)	0,927	1,227	1,038	1,512
Tinggi Jagaan (f)	0,661	0,783	0,720	0,869
Tinggi Saluran (H)	1,625	2,031	1,778	2,407
Debit (m <sup>3</sup> /s)	3,259	7,169	3,912	14,340



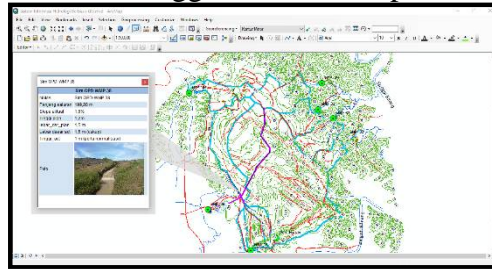
**Gambar 3.** Peta Rencana Saluran Pit C2 PT Berau Coal

### Perencanaan Dimensi Water Monitoring Point

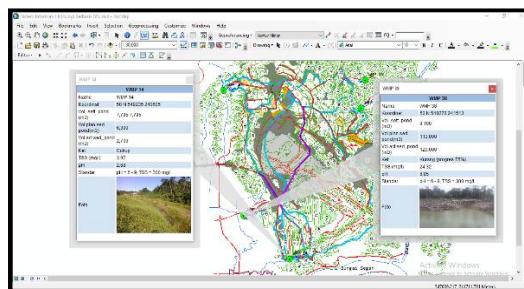
Dari hasil perhitungan debit limpasan yang masuk ke dalam *Pit* yaitu 14,340 m<sup>3</sup>/s serta volume air dan padatan yang masuk ke dalam lokasi WMP sebesar 1,410 m<sup>3</sup>/s dan 12.696 m<sup>3</sup>/s sehingga didapatkan total volume yang masuk ke dalam WMP adalah 14,106 m<sup>3</sup>/s. Dengan menggunakan Hukum Stokes untuk perhitungan kecepatan pengendapan dengan ukuran butir (D) lempung sebesar 0,0625 mm (skala Wentworth), dengan nilai *density* padatan ( $\rho_s$ ) sebesar 1.848 Kg/m<sup>3</sup> dan *density* air ( $\rho$ ) yang membawa partikel pasir sebesar 996,95 Kg/m<sup>3</sup> pada suhu 25°C. Nilai viskositas kinematik air ( $\mu$ ) pada suhu 25°C adalah sebesar 0,00089 m<sup>2</sup>/s dan gravitasi sebesar 10 m/s<sup>2</sup>. Berdasarkan data tersebut dapat dihitung kecepatan pengendapannya ( $V_t$ ) yakni sebesar 0,00205 m/s. Debit total dan kecepatan pengendapan partikel dapat dihitung luas WMP yakni 3.503,70 m<sup>2</sup>. Panjang WMP setiap kompartemen sebesar 120 meter, lebar sebesar 57,186 meter. Untuk kedalaman dari *Water Monitoring Point* (WMP) akan dibuat sesuai dengan spesifikasi alat yaitu Komatsu PC 200 dengan kedalaman 3 meter.

## Penyusunan Sistem Informasi Hidrologi Berbasis SIG

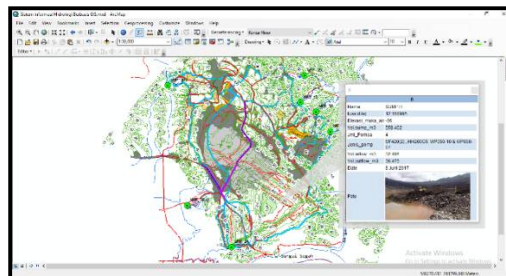
Database yang telah dibuat dan dilakukan attributing data selanjutnya diproses menggunakan software ArcGIS sehingga akan menampilkan informasi sebagai berikut:



**Gambar 4.** Informasi Hidrologi Berbasis SIG di Lokasi Saluran



**Gambar 5.** Informasi Hidrologi Berbasis SIG di Lokasi WMP 14 dan 38



**Gambar 6.** Informasi Hidrologi Berbasis SIG di Lokasi Sump

Dari hasil pembuatan sistem informasi hidrologi berbasis SIG dapat dianalisis bahwa terdapat ketidaksesuaian antara plan volume *sediment pond* dengan keadaan aktual di lapangan WMP 38 sedangkan untuk saluran secara keseluruhan sudah mencukupi. Untuk kondisi kandungan TSS (Total Suspend Solid) dan pH pada WMP 38 harus dilakukan treatment untuk menurunkan pH agar sesuai baku mutu standar lingkungan. Sesuai dengan Perda Provinsi Kalimantan Timur No.2 tahun 2011 dimana nilai pH yang sesuai dengan baku mutu adalah 6 – 9, TSS = 300 mg/l, Fe 7mg/l, Mn = 4 mg/l.

## D. Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Dari hasil kegiatan penelitian di PT Berau Coal dapat disimpulkan bahwa:

1. Dalam membangun system informasi hidrologi berbasis *GIS* pada lokasi blok B1 *PIT C2* PT. Berau Coal Site sambarata digunakan parameter input berupa lokasi *pit*, disposal, *Water Monitoring Point (WMP)* , dan saluran.
2. Sistem informasi yang sudah dibangun dapat digunakan sebagai gambaran umum/keseluruhan terhadap keadaan hidrologi di *pit* yang digunakan dalam membuat keputusan terhadap kontrol monitoring hidrologi
3. Sistem informasi hidrologi berbasis *GIS* ini dapat digunakan sebagai *tools* untuk memberikan database sistem informasi hidrologi kepada *department* GNH (*Geotechnical and Hydrology*) maupun eksternal.
4. Pada penelitian ini dilakukan *review* terhadap saluran, di mana dimensi saluran *existing* sebagian besar sudah sesuai dengan, namun dibebberapa lokasi perlu dilakukan *maintenance* seperti pada lokasi saluran segmen 1 perlu dilakukan penambahan kedalaman saluran. pada segmen 2 perlu dilakukan pelebaran saluran. pada segmen 4 perlu dilakukan pengerukan untuk menambah kedalaman saluran segmen 4.
5. Pada penelitian ini dilakukan *review* terhadap WMP 38, di mana dimensi WMP 38 *existing* perlu dilakukan *maintenance* dengan menambah lebar dari kolam dari 20 meter menjadi 44 meter. Serta penambahan tawas untuk meningkatkan pH dari air yang akan dialirkan ke sungai sehingga sesuai dengan baku mutu lingkungan Kalimantan timur yakni batas minimal pH yang disarankan yakni 6,0.
6. Sebagai kontribusi terhadap PT.Berau Coal maka telah dibuatkan *tutorial* atau tahapan dalam membangun sistem informasi hidrologi berbasis SIG

## Saran

Dari hasil kegiatan penelitian ini, terdapat beberapa saran yang diusulkan kepada PT. Berau Coal, yaitu sebagai berikut :

1. Pada sistem informasi hidrologi berbasis *GIS* ini masih dapat dimasukkan lagi *data input* lain sehingga informasi yang ditampilkan tidak hanya sebatas lokasi *pit C2* melainkan seluruh *pit* yang ada di sambarata
2. Karena keterbatasan waktu maka penelitian ini hanya berfokus pada analisa perhitungan saluran saja.
3. *Database* Sistem informasi hidrologi yang telah dibuat dapat dimasukkan ke dalam *WEB GIS*.

## Daftar Pustaka

- Ashari, Yunus, 2017, Buku Ajar Hidrogeologi Untuk Pertambangan. Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung, Bandung.
- Bumi Hijau Serasi, 2017, “Modul Pelatihan Sistem Informasi Geografis“, Bandung.
- Chow, V. T. 1959. Applied Hydrology. Civil Engineering Series. New York :McGraw-Hill.
- Darcy, H. 1985. Hydraulic Researches, Experimental research on flow of water In open channel. Academie des Sciences. Paris.
- Manning, R. 1981. “On The Flow of Water in Open Channel and Pipes”.Civ, Eng,Ireland.
- Manning and Delp, 1991, “Major Diagnosis Fisik”, Jakarta.
- Prahasta, E. 2002. “Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis”. Bandung: Informatika.
- Sayoga, R. 1993. Pengantar Penirisan Tambang. ITB.
- Suripin, 2004, “Teknik Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan”, Penerbit Andi, Yogyakarta.