

# ANALISA DAMPAK PENAMBANGAN TERHADAP ALIRAN SUNGAI

R. A. Sri Martini<sup>1</sup>, Sudirman<sup>2</sup>  
Staf Pengajar Jurusan Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang

## ABSTRACT

Lematang River is the longest river in the province of South Sumatra, with a length of 159 km and the flow area of 7340 km<sup>2</sup> water shed. Natural resources are very abundant mines in Lahat. Materials production center sands and quarry in the village Lower Market. Purpose of this study was to determine how big the impact of mining activities that affect changes in cross-sectional area, allowing the impact on the river flow. From the analysis result obtained calculation discharge the past 10 years mining 130,01 m<sup>3</sup>/sec, debit without mining 130,01 m<sup>3</sup>/sec and a flow rate of 1.030 m/sec.

**Keywords:** Mining Activities, FJ Mock method, the impact on the flow.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Jenis batuan dan pasir sungai Lematang merupakan bahan yang sering digunakan untuk bahan konstruksi sebuah bangunan. Dengan melimpahnya Sumber Daya Alam (SDA) batuan dan pasir, menjadikan Kabupaten Lahat sebagai daerah sentra produksi bahan bangunan di Sumatra Selatan. Semakin tingginya permintaan batu dan pasir, membuat masyarakat sekitar sangat berantusias untuk menambang di sungai Lematang.

Kondisi itu diperparah dengan banyaknya pangkalan-pangkalan penambangan di sekitar sungai. Salah satu daerah sentra produksi batu dan pasir di Kabupaten Lahat ialah Kelurahan Pasar Bawah. Di Kelurahan Pasar Bawah terdapat 15 pangkalan aktif dengan 1 pangkalan berisikan 20 orang penambang. Luas areal penambangan tersebut kurang lebih 10 ha dengan jalur penambangan sepanjang 1 km.

Mengingat luasnya penambangan di Kelurahan Pasar Bawah dan aktifitasnya yang dilakukan terus – menerus, akan mengakibatkan penampang sungai berubah sehingga memungkinkan berpengaruh terhadap aliran sungai. Kondisi aliran sungai yang berubah menunjukkan dampak terhadap debit dan kecepatan aliran. Pengaruh terhadap debit dan kecepatan aliran dapat menyebabkan gerusan dan erosi lateral yang dapat membuat alur sungai menjadi lebar dan dapat berdampak kepada struktur pondasi bangunan di sekitar hilir penambangan.

Oleh karena itu diperlukan upaya untuk menghitung debit andalan dan kecepatan aliran untuk mengetahui seberapa besar dampak dari kegiatan penambangan di Kelurahan Pasar Bawah terhadap aliran sungai Lematang.

### Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat disimpulkan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah kegiatan penambangan di Kelurahan Pasar Bawah Kabupaten Lahat sepanjang 1 km dalam tempo 10 tahun terakhir (2013 – 2004) dapat mempengaruhi perubahan luas penampang sungai tersebut.
2. Apakah perubahan luas penampang sungai Lematang di Kelurahan Pasar Bawah Kabupaten Lahat dalam tempo 10 tahun terakhir (2013 – 2004), akan berdampak kepada debit dan kecepatan aliran sungai.

### Tujuan Penulisan

Berdasarkan batasan masalah yang telah diuraikan, tujuan dari penulisan dari tugas akhir ini sebagai berikut :

- a. Menghitung besarnya produksi kegiatan penambangan di Kelurahan Pasar Bawah Kabupaten Lahat dalam tempo 10 tahun terakhir (2013 – 2004) sepanjang 1 km untuk mengetahui perubahan luas penampang sungai Lematang.
- b. Menganalisa luas penampang sungai Lematang di Kelurahan Pasar Bawah Kabupaten Lahat dalam tempo 10 tahun terakhir (2013 – 2004) untuk mendapatkan nilai debit dan kecepatan aliran, sehingga mengetahui seberapa besar pengaruh penambangan terhadap aliran sungai.

### TINJAUAN PUSTAKA

Sedimentasi menurut Pettijohn (1975) adalah terbawanya material hasil dari pengikisan dan pelapukan oleh air, angin atau gletser ke suatu wilayah yang kemudian diendapkan. Semua batuan

hasil pelapukan dan pengikisan yang diendapkan lama kelamaan akan menjadi batuan sedimen serta material sedimen lainnya (tanah pasir dan lumpur). Sistem sungai merupakan salah satu sistem kecil yang berada didalam sistem hidrologi. Sistem hidrologi merupakan siklus air yang kompleks mulai dari menguapnya air laut menuju atmosfer, kemudian menuju darat dan kembali lagi ke laut. Sistem sungai merupakan gabungan dari beberapa sub sistem sungai itu sendiri yang terdiri dari sumber sedimen, tributary, gabungan alur sungai, aliran sungai, tanggul alam, delta, estuari, endapan bar, channel, oxbow lake, dan kelokan sungai meander.

Pasir menurut Bogg Jr (2006) adalah batuan sedimen dengan komposisi penyusun butiran berupa material material klastika terigen berukuran dominan rata-rata 1/16-2 mm. ukuran partikel ini adalah material sedimen pasir dalam skala wentworth, seperti yang telah kita ketahui dari postingan .

Tentu saja dialam pasir ini tidak berdiri sendiri sebagai fragmen kerangka penyusun batupasir, tapi ada juga matrik dan semen berupa partikel sedimen lain yang berukuran lebih kecil dari pasir (silt dan mud). secara umum fragmen ukuran pasir ini bisa berupa mineral ataupun fragmen batuan (seukuran pasir tentunya dapat berasal dari batulanau, batulempung, atau batuan beku halus/bertekstur afanitik, dan batuan metamorf bertekstur halus). mineral-mineral paling umum pengisi batupasir adalah kuarsa, feldspar, dan beberapa jumlah minor dari mienral asesoris. sementara fragmen batuan (rock fragmen or lithic fragmen) disusun oleh fragmen batuan beku bertekstur halus (andesit, basalt, tuf, dll), batuan metamorf (metakuarsit, sekis, filit, slate, dan argilit), dan batuan sedimen bertekstur halus (pasir sangat halus, silststone, shale, dan chert, batugamping juga bisa hadir, dll).

### **Eksplorasi Penambangan**

Eksplorasi adalah usaha penambangan dengan maksud untuk menghasilkan bahan galian dan memanfaatkannya. Kegiatan ini dapat dibedakan berdasarkan sifat bahan galiannya yaitu, galian padat dan bahan galian cair serta gas. Didalam Undang-Undang pertambangan no 37 tahun 1960 dan Undang-Undang pokok no 11 tahun 1967 pasal 3, Bahan galian di Indonesia dibagi menjadi 3 golongan sabagai berikut:

- A. Bahan galian golongan A (bahan galian strategis)
- B. Bahan galian golongan B (bahan galian Vital)
- C. Bahan galian golongan (tidak termasuk strategis dan tidak vital)

Pemanfaatan potensi alam tersebut boleh untuk apa saja dan siapa saja, tetapi tetap ada aturan dan norma yang harus di taati dan “disepakati”. Sungai yang mengalir di bentangan alam ini juga menyediakan potensi yang bisa dimanfaatkan salah satunya adalah bahan tambang galian C. Galian C adalah bahan tambang yang biasanya digunakan untuk pembangunan infrastruktur. Baik bangunan pribadi, swasta maupun pemerintah. Salah satu contoh kongkrit galian C yang berasal dari sungai adalah batu, koral, serta pasir sungai.

Dalam menghitung besarnya suatu produksi penambangan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\sum = V \times a$$

Keterangan :

- $\sum$  = Jumlah produksi ( m<sup>3</sup> )
- V = Volume produksi rata-rata ( m<sup>3</sup> )
- a = Jumlah penambang

### **Penampang Sungai**

Beberapa rumus kecepatan aliran menunjukkan bahwa luas tampang basah tertentu debit akan maksimum apabila keliling basah minimum. Dengan kata lain, luas tampang lintang saluran akan minimum. Tampang lintang saluran seperti ini disebut tampang saluran ekonomis (efisien) untuk luas tampang tertentu.

### **Analisa Hidrologi**

Hidrologi adalah ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini, yang meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan-perubahannya antara keadaan cair, padat dan gas dalam atmosfer diatas dan dibawah permukaan tanah Sri Harto (1993) .

Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan dan akhirnya kembali mengalir ke laut, waduk, anak – anak sungai, dan danau. Dalam siklus hidrologi ini terdapat beberapa proses yang saling terkait, yaitu antara proses hujan (*presipitation*), penguapan (*evaporation*), transpirasi, infiltrasi, perkolasi, aliran limpasan (*run off*), dan aliran bawah tanah. Siklus hidrologi memainkan peran penting dalam cuaca, iklim, dan ilmu meteorologi, sehingga keberadaan siklus hidrologi sangat signifikan dalam kehidupan di bumi.

### **Proses Hujan (Presipitation)**

Menurut Soewarno (1991) hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam

proses analisis hidrologi, karena kedalaman curah hujan (*rainfall*) yang turun dalam suatu DAS akan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran antara (*interflow sub-surface runoff*), maupun sebagai aliran air tanah (*groundwater flow*). Data curah hujan dapat digunakan untuk mengetahui nilai debit sungai, disamping menggunakan data pengaliran sungai. Pengukuran hujan di stasiun – stasiun hujan merupakan titik (*point rainfall*), sedangkan informasi yang dibutuhkan dalam analisa adalah hujan yang terjadi dalam suatu DAS tertentu (*catchment rainfall*).

### Penguapan (Evapotranspirasi)

Evapotranspirasi adalah gabungan dari proses penguapan air (*evaporasi*) dan penguapan melalui tanaman (*transpirasi*). Evapotranspirasi sangat erat kaitannya dengan kebutuhan air tanaman. Kebutuhan air tanaman adalah sejumlah air yang dibutuhkan untuk mengganti air yang hilang akibat penguapan.

Evapotranspirasi yang mungkin terjadi pada kondisi air yang tersedia berlebihan ini disebut evapotranspirasi potensial. Evapotranspirasi tetap terjadi dalam kondisi air yang tidak berlebihan meskipun tidak sebesar evapotranspirasi potensial disebut evapotranspirasi aktual.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi evapotranspirasi diantaranya sebagai berikut :

- a. Penyinaran matahari  
Semakin lama penyinaran matahari maka akan mempercepat terjadinya evapotranspirasi.
- b. Angin  
Kecepatan angin memegang peranan penting dalam proses evapotranspirasi
- c. Kelembaban relatif  
Jika kelembaban relatif naik, kemampuannya untuk menyerap uap air akan berkurang sehingga laju evapotranspirasi menurun.
- d. Suhu  
Suhu atau temperature udara adalah satu variabel yang mempengaruhi evapotranspirasi.

Untuk keperluan analisis debit air diperlukan untuk mengetahui evapotranspirasi ini. Ada beberapa persamaan empiris yang telah dikembangkan antara lain :

#### 1) Metode Thornthwaite

Mengembangkan suatu metode untuk memperkirakan besarnya evapotran evapotranspirasi potensial dari data klimatologi.

Rumus :

$$ETo = 1,6 \left\{ \frac{10 \times T}{I} \right\} a$$

Keterangan :

- ETo = Evapotranspirasi potensial  
T = Temperatur udara (°C)  
a = Koefisien tergantung tempat  
I = Indeks panas tahunan

#### 2) Metode Penman

Menghasilkan rumus yang baik bagi besarnya penguapan air jika ditempat itu tidak ada pengamatan dengan panis penguapan (*evaporation pan*) atau tidak ada studi neraca air (*water balance study*). Hasil perhitungan dengan rumus ini lebih dapat , dengan memasukkan faktor- faktor energi.

- a. Evapotranspirasi potensial (Eto) dipengaruhi iklim dan bergantung pada letak lintang. Perhitungan perkiraan Evapotranspirasi potensial dengan rumus modifikasi Penman sebagai berikut menurut Sri Harto (1993) :

Rumus :

$$\varepsilon d = ea. RH$$

$$f(\varepsilon d) = 0,34 - (0,044 \varepsilon d)^{0,5}$$

$$Rs = \{0,25 + 0,54 \frac{n}{N}\} R\gamma$$

$$f\left(\frac{n}{N}\right) = 0,1 + 0,9 \frac{n}{N}$$

$$f(U) = 0,27 \{1 + (U/100)\}$$

$$Rn1 = f(t) \cdot f(\varepsilon d) \cdot f\left(\frac{n}{N}\right)$$

$$Eto^* = 0,75 \{ \{ (W \times (Rs - Rn1)) + \{ (1 - W) \times f(u) \times (\varepsilon\gamma - \varepsilon d) \} \}$$

$$Eto = c \times Eto^*$$

Keterangan :

- w = Faktor penimbangan untuk suhu dan elevasi daerah  
ea = Perbedaan tekanan uap jenuh  
f(t) = Fungsi suhu dapat dilihat pada tabel 1  
 $\varepsilon d$  = Tekanan uap sebenarnya  
RH = Kelembaban relatif rata –rata (%)  
f( $\varepsilon d$ ) = Fungsi tekanan uap  
LL = Letak lintang daerah  
R $\gamma$  = Radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer (mm/hr) berhubungan dengan letak lintang daerah dapat dilihat pada tabel 2 .  
Rs = Jumlah radiasi gelombang pendek (mm/hr)  
 $\frac{n}{N}$  = Penyinaran matahari (%)  
f( $\frac{n}{N}$ ) = Fungsi kecerahan matahari  
U = Kecepatan angin rata-rata  
Rn1 = Radiasi bersih gelombang panjang (mm/hr)  
C = Faktor koreksi penman dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 1. Hubungan t dengan  $\varepsilon\gamma$ , w, f(t)

Suhu (°C)	Ey	w	F(t)
	Mbar		
24	29.85	0.735	15.4
24.2	30.21	0.737	15.45
24.4	30.57	0.739	15.5
24.6	30.94	0.741	15.55
24.8	31.31	0.743	15.6
25	31.69	0.745	15.65
25.2	32.06	0.757	15.7
25.4	32.45	0.749	15.75
25.6	32.83	0.751	15.8
25.8	33.22	0.753	15.85
26.2	34.02	0.757	15.94
26.4	34.42	0.759	15.98
26.8	35.25	0.763	16.06
27	35.66	0.765	16.1
27.2	36.09	0.767	16.14
27.4	36.5	0.769	16.18
27.6	36.94	0.7771	16.22
27.8	37.37	0.773	16.26
28	37.81	0.775	16.3
28.2	38.25	0.777	16.34
28.4	38.7	0.779	16.38
28.6	39.14	0.781	16.42
28.8	39.61	0.783	16.46
29	40.06	0.785	16.5

Tabel 2 Harga Ry untuk Indonesia (5° LU s/d 10° LS)

Bulan	LU			0	LS				
	5	4	2		2	4	6	8	10
Jan	13.0	14.3	14.7	15.0	15.3	15.5	15.8	16.1	16.1
Feb	14.0	15.0	15.3	15.5	15.7	15.8	16.0	16.1	16.0
Mar	15.0	15.5	15.6	15.7	15.7	15.6	15.6	15.1	15.3
Apr	15.1	15.5	15.3	15.3	15.1	14.9	14.7	14.1	14.0
Mei	15.3	14.9	14.6	14.4	14.1	13.8	13.4	13.1	12.6
Jun	15.0	14.4	14.2	13.9	13.9	13.2	12.8	13.4	12.6
Jul	15.1	14.6	14.3	14.1	14.1	13.4	13.1	12.7	11.8
Agst	15.3	15.1	14.9	14.8	14.8	14.3	14.0	13.7	12.2
Sep	15.1	15.3	15.3	15.3	15.3	15.1	15.0	14.9	13.1
Okt	15.7	15.1	15.3	15.4	15.4	15.6	15.7	15.8	14.6
Nov	14.8	14.5	14.8	15.1	15.1	15.5	15.8	16.0	15.6
Des	14.6	14.1	14.4	14.8	14.8	15.4	15.7	16.0	16.0

Sumber : Agus Suroso, Hidrologi

Tabel 2.3 Angka koreksi (C) untuk rumus Penman

Bulan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun
C	1.10	1.10	1.10	0.90	0.90	0.90
Bulan	Jul	Agus	Sep	Okt	Nov	Des
C	0.90	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10

Sumber : Agus Suroso, Hidrologi Praktis

b. Evapotranspirasi terbatas (Et) / Evapotranspirasi Aktual (Ea)

Evapotranspirasi aktual dihitung dari evapotranspirasi potensial metode Penman (ET) dipengaruhi oleh kondisi penutup lahan (m). Terdapat perbedaan nilai m untuk tiap lahan yang berbeda, perbedaan nilai m dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Perbedaan nilai m

M	Daerah
0 %	Lahan dengan hutan lebat dan hutan sekunder pada akhir musim hujan dan bertambah 10 % setiap bulan kering berikutnya.
10 – 40 %	Lahan yang tererosi
30 – 50 %	Lahan pertanian yang diolah

Sumber: Agus Suroso, Hidrologi Praktis

Hubungan antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi aktual dihitung dengan rumus :

$$E = ET \cdot \left(\frac{m}{20}\right) \cdot \left(\frac{18-n}{18}\right)$$

( $E = \Delta E$ )

$$E = ET - E \rightarrow (E_a = E_t)$$

Keterangan :

$E_a$  = Evapotranspirasi aktual (mm/hari)

$E_t$  = Evapotranspirasi terbatas (mm/hari)

$E_{To}$  = Evapotranspirasi metode Penman (mm/hari)

$\Delta E$  = Selisih antara evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi aktual

m = Presentase penutup lahan, ditaksir dari peta tata guna lahan

n = Jumlah hari hujan dalam sebulan

### Keseimbangan Air di Permukaan Tanah

Dalam menghitung keseimbangan air rumus yang digunakan antara lain :

- Air hujan yang mencapai permukaan tanah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta S = R - E_a$$

Keterangan :

$\Delta S$  = Air hujan yang mencapai permukaan tanah (mm/hari)

R = Curah hujan (mm/hari)

$E_a$  = Evapotranspirasi aktual (mm/hari)

- Perubahan kandungan air tanah (*soil storage*) dari harga  $\Delta S$ . Bila harga  $\Delta S$  negatif maka limpasan badai (*storm runoff*) diperhitungkan yaitu dengan *percentage factor* (PF) yaitu presentase hujan yang memungkinkan menjadi limpasan dikalikan dengan curah hujan (R). Nilai PF disarankan berkisar 5 – 10 % tetapi tidak menutup kemungkinan sampai 37,3 %.

- Kapasitas kelembaban tanah (*Soil Moisture Capacity*)

Ada dua keadaan untuk menentukan SMC (*Soil Moisture Capacity*) sebagai berikut :

- SMC = 100 mm/bulan, jika  $R - E_a \geq 0$

- SMC = SMC bulan sebelumnya + (R -  $E_a$ ), jika  $\leq 0$

- Soil storage* (SS) yaitu kemampuan tanah untuk menyimpan air. Soil storage ditentukan sebagai berikut :

- Jika pada bulan yang bersangkutan nilai  $R - E_a$  bernilai positif atau SMC bernilai 200 mm/bulan maka nilai soil storage nol (air tidak disimpan didalam tanah)

- jika  $R - E_a$  bernilai negative maka soil storage (R -  $E_a$ )

- Water Surplus didefinisikan sebagai air hujan (*presiptasi*) yang telah mengalami evapotranspirasi dan sebagian mengisi tampungan tanah (*soil storage*).

Persamaan water surplus (WS) adalah sebagai berikut :

$$WS = (R - E_a) + SS$$

Keterangan :

R = Curah hujan (mm/hari)

$E_a$  = Evapotranspirasi actual (mm/hari)

WS = Water surplus

### Infiltrasi

Infiltrasi adalah proses aliran air (Hujan) masuk kedalam tanah. Perkolasi merupakan proses kelanjutan aliran air tersebut ke tanah yang lebih dalam.

Menurut FJ Mock besarnya infiltrasi dirumuskan sebagai berikut :

$$I = W_s \cdot i$$

Keterangan :

I = Infiltrasi

WS = Water surplus

i = Koefisien infiltrasi

Koefisien infiltrasi ditentukan dengan cara coba – coba agar hasil yang dihitung mendekati debit sebenarnya. Batasan koefisien infiltrasi adalah 0 – 1.

### Penyimpanan Air Tanah dan Limpasan

Limpasan adalah apabila intensitas yang jatuh di suatu DAS melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju infiltrasi terpenuhi air akan mengisi cekungan – cekungan pada permukaan tanah. Setelah cekungan – cekungan tersebut penuh, selanjutnya akan mengalir (melimpas) diatas permukaan tanah (*direct run off*). Data – data yang diperlukan untuk menentukan besarnya aliran air tanah adalah sebagai berikut :

- a) Faktor resesi aliran tanah (k) adalah keadaan air tanah bulan lalu yang masih ada pada bulan sekarang, artinya air tidak mengalir menuju stream flow. Dalam perhitungan debit air metode FJ Mock, dengan batasan factor resesi aliran air tanah 0 – 10.

- b) Penyimpanan air tanah (*Ground Water Storage*)

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan penyimpanan air tanah sebagai berikut :

$$V_n = k \times V_{n-1} + 0,5 (1 + k) I$$

$$DV_n = V_n - V_{n-1}$$

Keterangan :

$V_n$  = Volume air tanah bulan ke-n

k = Faktor resesi aliran tanah

$V_{n-1}$  = Volume air tanah bulan ke- (n-1)

$DV_n$  = Perubahan volume aliran air tanah nilai  $V_n$  bulan sekarang dikurangi nilai  $V_n$  bulan sebelumnya

I = Infiltrasi bulan ke n

- c) Limpasan (*Run Off*)

$$BF = I - DV_n$$

$$DR = WS - I$$

$$SRO = R Pf$$

$$Ro = BF + DR$$

Keterangan :

BF= Aliran dasar (mm/bulan)

I = Infiltrasi (mm/bulan)

$DV_n$  = Perubahan volume aliran air tanah

DR = Limpasan langsung (mm/bulan)

Jika nilai  $\Delta S$  negatif, maka DR dihitung dengan (R Pf)

SRO = Storm run off, diperhitungkan jika nilai  $\Delta S$  bernilai negative

Ro= Limpasan periode n ( $m^3/det$ )

Jika nilai  $\Delta S$  negatif, maka direct run off (DR)

- d) Aliran permukaan atau debit aliran

$$Q = \{ (Ro.A.1000) / (24.3600) \}$$

- e) Kecepatan aliran

$$V = \{ Q / A \}$$

Keterangan :

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

V = Kecepatan aliran air (  $m/det$ )

A = Luas area / catchmen area ( $m^2$ )

Ro= Limpasan periode ( $m^3/det$ )

### Analisa Aliran Air

Analisa debit aliran dilakukan untuk mengetahui debit dan kecepatan yang mungkin dimanfaatkan suatu daerah aliran sungai. Untuk mengetahui besarnya debit dan kecepatan yang ada pada sungai dapat diketahui dengan menggunakan alat ukur pencatat muka air yang dinamakan AWLR (*Automatic Water Level Recorder*). Selain menggunakan alat ukur, kita dapat mengetahui debit aliran dengan menghitung secara empiris menggunakan beberapa formula sebagai berikut :

#### A. Metode FJ Mock

Secara umum analisis debit aliran berdasarkan data curah hujan yang sering dilakukan di Indonesia seperti didaerah yang intensitas curah hujan tinggi sampai sedang seperti daerah Sumatra dan Jawaadalah menggunakan metode empiris dari Dr.FJ.Mock (1973). metode Mock adalah metode untuk memprediksi debit yang didasarkan pada water balance, metode ini memperhitungkan data curah hujan, evapotranspirasi, keseimbangan air, infiltrasi dan penyimpanan air tanah serta limpasan.

Perhitungan metode Mock meliputi beberapa tahapan, sebagai berikut :

1. Evapotranspirasi Potensial (Eto) dengan menggunakan metode Penman.
2. Evapotranspirasi Aktual (Ea),dhitung evapotranspirasi potensial metode penman
3. Luas daerah aliran sungai (*catchmen area*)
4. Keseimbangan air di permukaan tanah dan infiltrasi
5. Limpasan dan (*run off*) dan debit aliran.

Water surplus ditentukan dari hujan dikurangi evapotranspirasi dan simpanan air tanah. Sebagian water surplus tampak langsung pada sungai limpasan langsung (*direct run off*).

#### 6. Storm run off

Meskipun tidak ada water surplus, limpasan langsung terjadi selama harga  $\Delta S$  negative maka (Pf) diperhitungkan untuk menghitung limpasan badai (*storm run off*).

#### B. Metode NRECA

Metode NRECA (*National Rural Electric Cooperative Associatio*) diperkenalkan oleh Norman H. Crawford pada tahun 1985.. Metode ini banyak dilakukan didaerah dengan intensitas curah hujan yang rendah seperti di Nusa Tenggara dan merupakan model konsepsi yang bersifat deterministik.

Secara singkat dapat diselesaikan dengan persamaan – persamaan sebagai berikut:

$$Q = DF + GWS$$

$$DF = EM - GWS$$

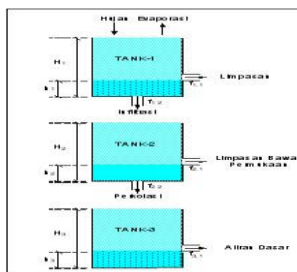
$$GWF = P2 \times GWS$$

$$\begin{aligned} \text{GWS} &= \text{P1} \times \text{EM} \\ \text{S} &= \text{WB} - \text{EM} \\ \text{EM} &= \text{EMR} \times \text{WB} \\ \text{WB} &= \text{Rb} - \text{AET} \\ \text{AET} &= \text{AET/PET} \times \text{PET} \end{aligned}$$

Q = Debit aliran rerata (m<sup>3</sup>/det)  
 DF = Aliran langsung (*direct flow*)  
 GWF = Aliran air tanah (*ground water flow*)  
 EM = Kelebihan kelengasan (*excess moist*)  
 GWS = Tampungannya air tanah (*ground water storage*)  
 P1 = Parameter yang menggambarkan karakteristik tanah permukaan  
 P2 = Parameter yang menggambarkan karakteristik tanah bagian dalam  
 WB = Keseimbangan air (*water balance*)  
 EMR = Rasio kelebihan kelengasan (*excess moist rasio*)  
 Rb = Curah hujan (mm/det)  
 AET = Evapotranspirasi actual (mm/hr)  
 PET = Evapotranspirasi potensial (mm/hr)  
 Wo = Tampungannya kelengasan awal  
 Ra = Curah hujan tahunan (mm/det)

### C. Metode Tangki

Model tangki diperkenalkan oleh Dr.M.Sugawara yang menirukan (*stimulate*) daerah aliran sungai dengan menggantikannya oleh sejumlah tampungan berupa sederet tangki. Ilustrasi model tangki dapat dilihat dibawah ini:



Prosedur perhitungan yang bisa dilakukan adalah sebagai berikut:

- Buatlah susunan tangki lengkap dengan karakteristiknya yang diasumsikan bisa mewakili atau menggambarkan karakteristik DAS yang akan dimodelkan.
- Untuk perhitungan pertama, tambahkan curah hujan periode ini pada tampungan periode sebelumnya, kemudian dikurangi dengan evaporasinya. Pengurangan evaporasi hanya dilakukan terhadap tangki teratas saja (tangki 1), tetapi jika pengurangan dari tangki teratas belum cukup, maka kekurangan tersebut dipikul oleh tangki-tangki di bawahnya.
- Perhitungan limpasan dan infiltrasi dilakukan menurut tinggi tampungan yang diperoleh dalam langkah tiga. Besarnya

limpasan dan infiltrasi diperoleh dari perkalian koefisien lubang dengan tinggi tampungan terhadap lubang yang bersangkutan.

- Perhitungan sisa tinggi tampungan dengan mengurangi tinggi tampungan yang diperoleh dari langkah 3 dengan selisih limpasan dan evaporasi.
- Perhitungan untuk tangki yang kedua dan seterusnya prosedurnya hampir sama dengan tangki yang pertama, tetapi masukannya diganti dengan tinggi keluaran dari lubang tangki selanjutnya.
- Total aliran adalah penjumlahan dari semua keluaran yang diciptakan di sistem tangki yang dibuat.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Pekerjaan Persiapan

Kegiatan persiapan/pendahuluan meliputi pengkajian permasalahan yang ada dan perumusan permasalahan yang terjadi. Pengkajian secara mendasar dan sistematis tentang teori - teori di dalam pustaka atau literatur yang dapat dijadikan acuan, hingga dapat dijadikan landasan bagi penyelesaian permasalahan.

Setelah data semua terkumpul selanjutnya dapat dilakukan pengolahan data penelitian, adapun tahapan – tahapan sebagai berikut:

- Menghitung besarnya produksi penambang batu kali, untuk mengetahui seberapa besar perubahan luas penampang sungai yang terjadi dengan menggunakan rumus empiris manning.
- Menghitung Jumlah debit andalan air dengan menggunakan metode FJ.Mock sebagai berikut:
  - Mengolah data klimatologi untuk mengetahui besarnya evapotranspirasi potensial di daerah tersebut dengan menggunakan metode Penman.
  - Menentukan evapotranspirasi aktual berdasarkan data jumlah hari hujan dan kondisi daerah pengaliran yang dihubungkan dengan evapotranspirasi potensial.
  - Menentukan penyimpanan air tanah berdasarkan factor koefisien infiltrasi dan faktor resesi aliran air tanah yang akan mengakibatkan terjadinya aliran dasar.
  - Menentukan limpasan akhir berdasarkan aliran dasar, limpasan langsung dan limpasan badai.
  - Hasil perhitungan luas penampang yang dipengaruhi aktifitas

penambangan, dikaitkan dengan luas daerah pengaliran sungai.

6. Menentukan debit air dan kecepatan sungai yang tersedia berdasarkan hasil perhitungan limpasan yang terjadi.
7. Mencocokkan hasil perhitungan debit Mock dengan debit yang ada dilapangan.

Untuk mengetahui lebih jelas metodologi diatas digambarkan pada diagram alir dibawah ini.

Data yang telah didapatkan mengenai penambangan di Kelurahan Pasar Bawah yaitu pendapatan perhari 1 orang mencapai 2 m<sup>3</sup> (batu dan pasir), dengan jumlah pangkalan sebanyak 15 dengan berisikan 20 orang. Jadi produksi penambangan dalam 1 hari dihitung menggunakan (rumus 2.1) yaitu:

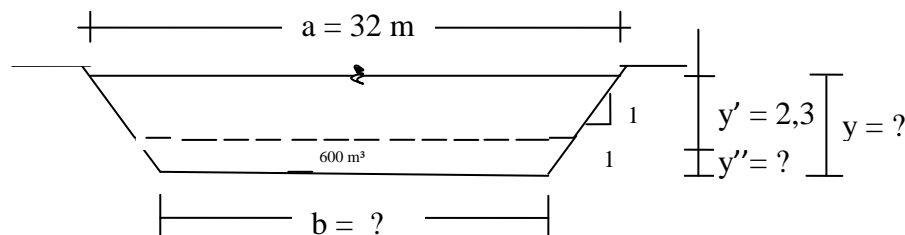
$$\begin{aligned} \Sigma &= V \times a \\ &= 2 \text{ m}^3 \times (15 \times 20) \\ &= 2 \text{ m}^3 \times 300 \\ &= 600 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### Analisa Perhitungan Penampang Sungai

Perhitungan perubahan penampang sungai terhadap kegiatan penambangan, terlebih dahulu mengetahui besar produksi penambangan tersebut. Setelah mendapatkan nilai produksi, barulah dapat menghitung luas penampang sungai. Adapun langkah perhitungan perubahan penampang sungai sebagai berikut:

#### A. Menghitung produksi penambangan



Sebelum menghitung nilai  $y''$ , harus mengetahui lebar sungai (b). Panjang jalur kegiatan penambangan di Kelurahan Pasar Bawah sepanjang 1 km.

- Mencari nilai lebar sungai (b) :

$$\begin{aligned} b &= a - (2y \sqrt{m^2 + 1}) \\ &= 32 - (2 \times 2,3 \sqrt{1^2 + 1}) \\ &= 32 - (6,505) \\ &= 25,495 \text{ m} \end{aligned}$$

- Mencari nilai  $y''$  :

$$\begin{aligned} y'' &= \frac{\Sigma}{L} \\ &= \frac{600 \text{ m}^3}{1 \text{ km} \times \left( \frac{32 + 25,495}{2} \times 2,3 \right)} \\ &= \frac{600 \text{ m}^3}{1000 \text{ m} \times (66,119)} \\ &= \frac{600 \text{ m}^3}{66119 \text{ m}^2} \\ &= 0,009 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jadi nilai tinggi muka air sungai (y) adalah :

$$\begin{aligned} y &= y' - y'' \\ &= 2,3 \text{ m} - 0,009 \text{ m} \\ &= 2,291 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung luas penampang basah yang tidak dipengaruhi kegiatan penambangan (A normal) menggunakan persamaan (2.2).



$$\begin{aligned}
 A &= \frac{(a+b)}{2} y' \\
 &= \frac{32 + 25,495}{2} \times 2,3 \\
 &= \frac{132,238}{2} \\
 &= 66,119 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan luas penampang basah sungai yang dipengaruhi penambangan (A), nilai y' harus dikalikan dengan hari tidak hujan 2 mingguan, dikarenakan kegiatan penambangan dilakukan disaat hari tidak hujan. Misalnya Hari hujan 2 mingguan bulan Januari minggu pertama 2013 adalah 2 hari, jadi hari tidak hujan adalah 13 hari.

- Menghitung luas penampang basah (A) :

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{(a+b)}{2} \{y+(y'.h)\} \\
 &= \frac{32 + 25,495}{2} \times \{2,291 + (0,009 \times 13)\} \\
 &= \frac{138,448}{2} \\
 &= 69,224 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

### Analisa Perhitungan Debit dan Kecepatan Aliran

Untuk mengetahui nilai debit dan kecepatan aliran dengan metode Mock dibuat berupa susunan baris dan kolom (Microsoft excel). Perhitungan dilakukan tiap 2 mingguan misalnya bulan Januari terdapat 31 hari, jadi untuk perhitungan debit dibagi menjadi 2 minggu yaitu minggu pertama 15 hari dan minggu kedua 16 hari dan seterusnya berlaku setiap bulan sesuai jumlah hari dalam 1 bulan selama setahun. Adapun langkah – langkah dalam menghitung debit air :

#### A. Menghitung Evapotranspirasi

Sebelum menghitung debit andalan dan kecepatan , harus mengetahui nilai evapotranspirasi potensial terlebih dahulu. Perhitungan evapotranspirasi potensial dilakukan dengan metode Penman modifikasi dibuat berupa susunan baris dan kolom (Microsoft excel). Data – data yang diperlukan dalam perhitungan metode Penman adalah data klimatologi. Nilai evapotranspirasi potensial bulan januari 2 minggu pertama tahun 2013 adalah 4,14 mm/hr. Untuk bulan januari 2 minggu kedua tahun 2013 nilai evapotranspirasi adalah sama dengan nilai evapotranspirasi minggu pertama, hal itu dikarenakan angka dari data klimatologi mencakup 1 bulan. Dengan cara yang sama perhitungan evapotranspirasi metode Penman dilanjutkan pada Microsoft excel.

#### B. Perhitungan debit aliran metode Mock

Setelah didapat keluaran metode Penman yaitu berupa nilai evapotranspirasi potensial sebesar 4,14 mm/hr, selanjutnya menghitung debit aliran (Q) untuk mengetahui nilai kecepatan aliran (V) menggunakan metode FJ Mock sebagai berikut :

##### a. Bulan Januari 2 minggu pertama tahun 2013

debit aliran sungai Lematang Kabupaten Lahat pada bulan Januari 2 minggu pertama tahun 2013 adalah 7,40 m<sup>3</sup>/det dengan kecepatan aliran 0,107 m/det.

Bulan Januari 2 minggu kedua tahun 2013

Debit aliran sungai Lematang pada bulan Januari 2 minggu kedua tahun 2013 adalah 63,46 m<sup>3</sup>/16hr dengan kecepatan aliran 0,938 m/det. Jadi debit aliran ununtuk bulan Januari adalah 7,40 m<sup>3</sup>/15 hr + 63,46 m<sup>3</sup>/16hr adalah 70,86 m<sup>3</sup>//bulan.

Kecepatan rata – rata aliran sungai Lematang pada bulan Januari tahun 2013 adalah {(0,107 m/det + 0,938 m/det) : 2} = 0.523 m/det. Untuk perhitungan debit bulan brikutnya dapat dilihat di perhitungan Mock Excell di lampiran 3 dan 4.

#### C. Akumulasi nilai debit dan kecepatan aliran

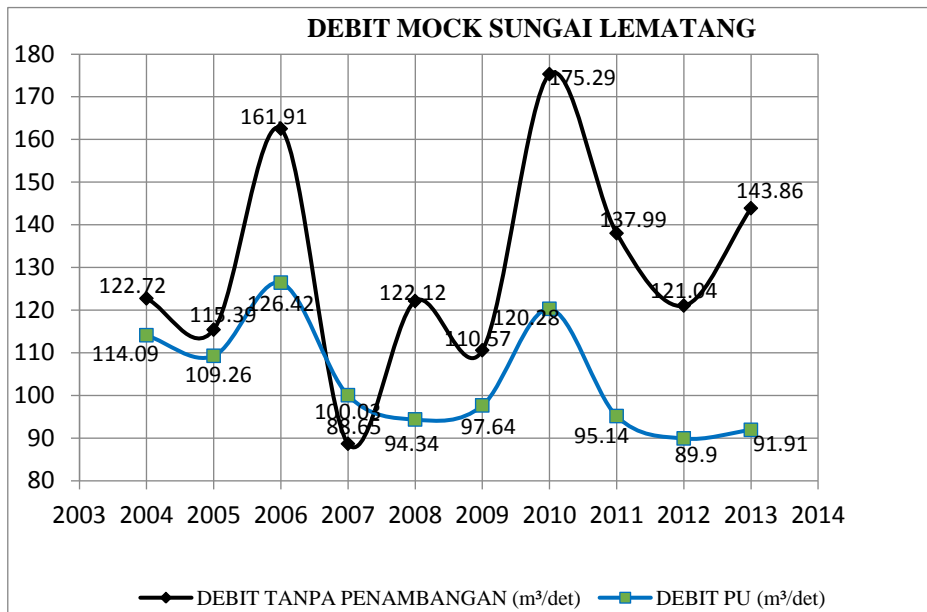
Nilai debit dan kecepatan yang telah diketahui melalui perhitungan FJ Mock, selanjutnya diakumulasi dalam sebuah tabel 10 tahunan. Adapun tabel debit dan kecepatan aliran 10 tahunan sungai Lematang, dapat dilihat dibawah ini

### Perbandingan Nilai Debit Aliran

Nilai debit aliran yang telah diakumulasi pada sebuah tabel 10 tahunan, kemudian digambarkan didalam diagram grafik hidrograf untuk melihat kondisi eksisting pada sungai Lematang 10 tahun terakhir.

Dalam hal ini perbandingan dilakukan terhadap tiga kondisi debit yang berbeda yaitu debit tanpa penambangan, debit penambangan dan debit PU. Adapun diagram hidrograf perbandingan nilai debit dibedakan menjadi empat bagian yaitu:

A. Perbandingan Debit Tanpa Penambangan dengan Debit PU

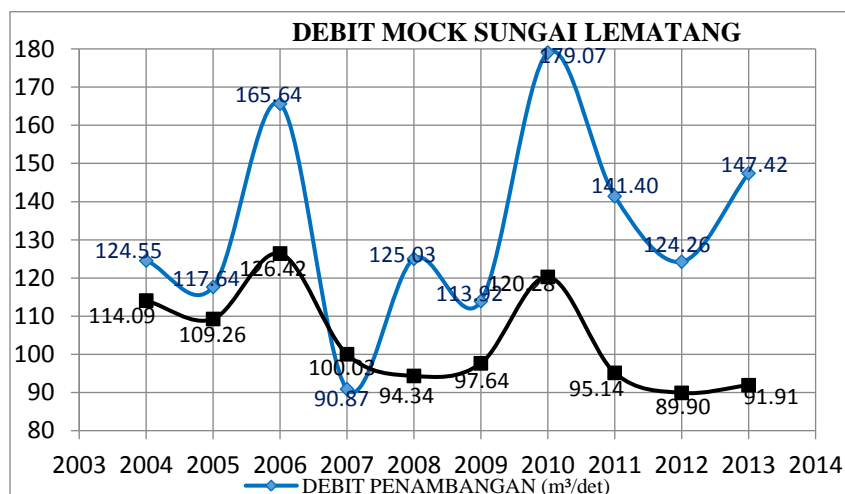


Gambar 4.1 Hidrograf perbandingan debit normal dengan debit PU

Berdasarkan hasil grafik 4.1 dapat dilihat bahwa perbandingan nilai debit tanpa penambangan dan debit PU berada pada nilai relatif yang sangat berbeda. Pada debit tanpa penambangan nilai debit maksimum berada ditahun 2010 mencapai 175,29 m³/det, sedangkan nilai debit maksimum pada debit PU berada ditahun 2006 mencapai 126,42

m³/det. Untuk debit tanpa penambangan minimum nilai debit berada di tahun 2007, yaitu debit sebesar 88,65 m³/det dan debit minimum PU berada di tahun 2012 sebesar 89,90 m³/det. Untuk ratta – ratta 10 tahun terakhir nilai debit tanpa penambangan sebesar 130,01 m³/det sedangkan debit PU sebesar 103,90 m³/det

B. Perbandingan Debit Penambangan dengan Debit PU

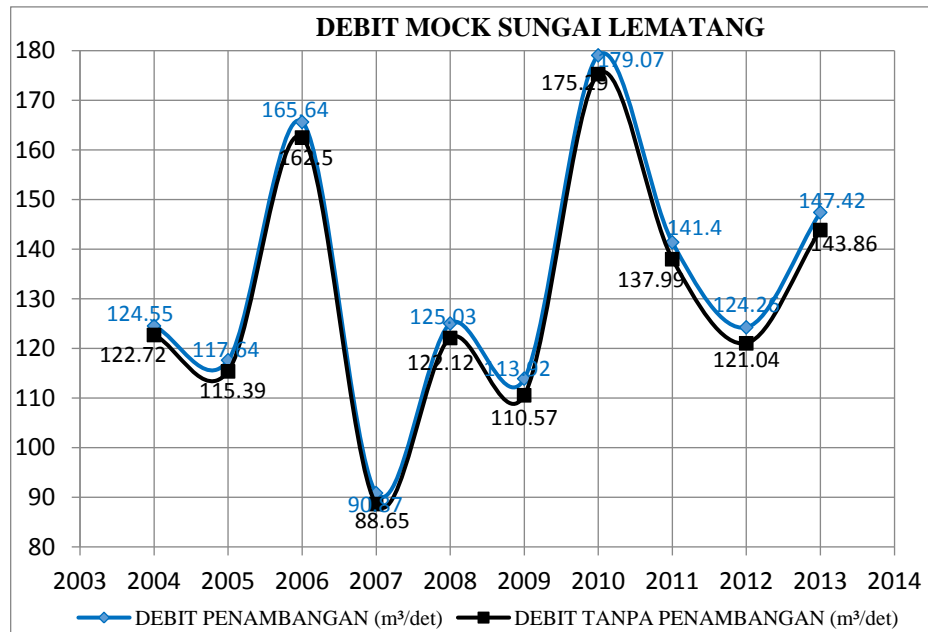


Gambar 4.2 Hidrograf perbandingan debit penambangan dengan debit PU

Berdasarkan hasil grafik 4.2 dapat dilihat bahwa perbandingan nilai debit penambangan dan debit PU sama dengan hasil grafik 4.1 yaitu berada pada nilai relatif yang berbeda. Pada debit penambangan nilai debit maksimum berada ditahun 2010 mencapai 179,07 m<sup>3</sup>/det, sedangkan nilai debit maksimum pada debit PU berada ditahun 2006

mencapai 126,42 m<sup>3</sup>/det. Untuk debit minimum nilai debit penambangan berada di tahun 2007, yaitu debit sebesar 90,87 m<sup>3</sup>/det dan debit minimum PU berada di tahun 2012 sebesar 89,90 m<sup>3</sup>/det. Untuk rata – rata 10 tahun terakhir nilai debit penambangan sebesar 132,98 m<sup>3</sup>/det sedangkan debit PU sebesar 103.90 m<sup>3</sup>/det.

### C. Debit Penambangan dengan Debit Tanpa Penambangan



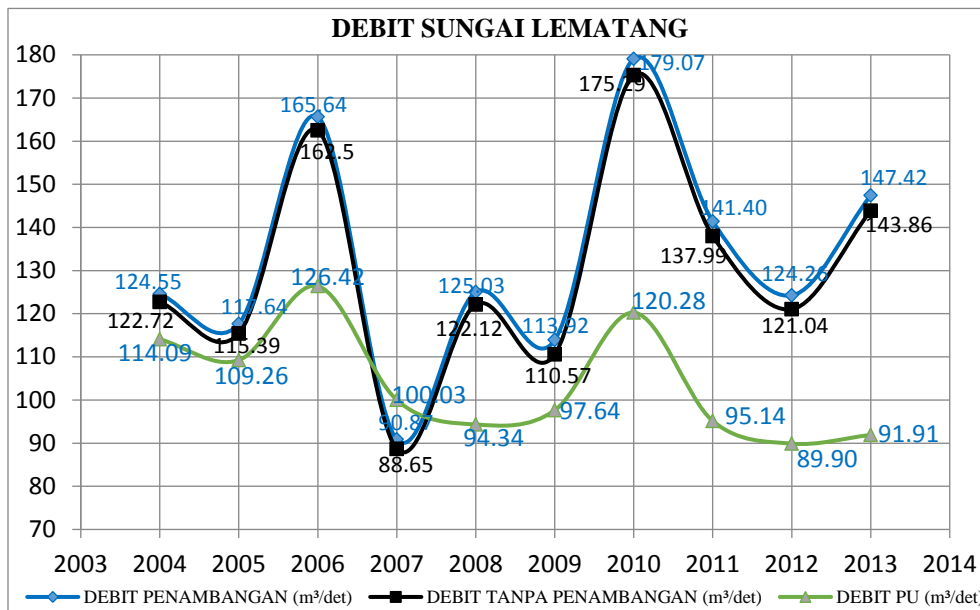
Gambar 4.3 Hidrograf perbandingan debit penambangan dengan debit normal

Berdasarkan hasil grafik 4.3 dapat dilihat bahwa perbandingan nilai debit penambangan dan debit tanpa penambangan relatif sama yang menandakan dampak kegiatan penambangan tidak begitu mempengaruhi aliran sungai Lematang. Pada debit penambangan nilai debit maksimum berada ditahun 2010 mencapai 179,07 m<sup>3</sup>/det, sedangkan nilai debit maksimum pada debit tanpa penambangan juga berada ditahun 2010 mencapai 175,29 m<sup>3</sup>/det. Untuk debit minimum nilai debit penambangan dan debit tanpa penambangan berada di tahun 2007, yaitu debit penambangan

sebesar 90,87 m<sup>3</sup>/det dan debit tanpa penambangan mencapai 88,65 m<sup>3</sup>/det.

Untuk nilai rata – rata 10 tahun terakhir, debit aliran penambangan sebesar 132,98 m<sup>3</sup>/det dengan kecepatan aliran sungai 1,030 m/det dan debit aliran tanpa penambangan sebesar 130,01 m<sup>3</sup>/det dengan kecepatan aliran sungai sama dengan kecepatan penambangan 1,030 m/det. Dampak kegiatan penambangan 10 tahun terakhir di Kelurahan Pasar Bawah tidaklah mempengaruhi aliran sungai Lematang dan hanya berpengaruh terhadap luas penampang sungai.

#### D. Perbandingan Rekapitulasi Debit Keseluruhan



Gambar 4.4 Hidrograf perbandingan rekapitulasi nilai debit sungai Lematang

Berdasarkan hasil grafik 4.3 dapat dilihat bahwa perbandingan nilai debit ketiganya cukup jauh berbeda. Debit 10 tahun terakhir pada debit penambangan dan tanpa penambangan selalu berada pada nilai relatif yang hampir berimbang dan sama dan tidak mengalami variasi perubahan nilai ekstrem untuk setiap tahunnya.

#### SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perhitungan debit dan kecepatan aliran sungai dapat disimpulkan:

- Q 10 tahun terakhir perhitungan penambangan 132,98 m³/det dan Q perhitungan tanpa penambangan 130,01m³/det, sedangkan V penambangan 10 tahun terakhir sama dengan V tanpa penambangan yaitu 1,030 m/det. Nilai Q dan V menunjukkan bahwa dampak kegiatan penambangan di Kelurahan Pasar Bawah kabupaten Lahat tidak mempengaruhi aliran sungai Lematang dan hanya mempengaruhi perubahan luas penampang.
- Kondisi aliran sungai lematang pada daerah penambangan 10 tahun terakhir Kelurahan Pasar Bawah Kabupaten Lahat masih dalam kondisi baik meskipun dilakukan kegiatan penambangan dalam jangka waktu yang relatif panjang.

#### DAFTAR PUSTAKA

Triajmodjo Bambang, Hidrolika II, Beta Offset, Yogyakarta, 1993

Triajmodjo Bambang, Hidrologi Terapan, Beta Offset, Yogyakarta, 2006

Fr, Joice, Adidarma Wanny, Ir, Mengenal Dasar-dasar Hidrologi, Nova, Bandung  
<http://sipil-inside.blogspot.com/2009/10/hidrograf.html>

<http://Agus Suroso.blogspot.ac.id/site/hidrograf&hidrometri.html>

<http://Chandra Yanuar. Wirasembada.blogspot/2012/07/Pendugaan Realiability Nandra Krenceng PT. Krakatau Tirta Industri, IPB.html>

Sostrodarsono S, Ir, Hidrologi Untuk Pengairan Kensaku, Takeda, PT. Pradya Paramitha, Jakarta, 1976

Soemarto, CD, Ir. Hidrologi Teknik