

# Reliabilitas Rehabilitasi Kolam Pasang pada Jaringan Irigasi Pasang Surut Unit Tabung Anen, Kalimantan Selatan.

Budi Wignyosukarto

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Jl. Grafika 2 Yogyakarta.

## Abstract

*A new tidal irrigation system has been developed by Gadjah Mada University since 1970 to reclaim tidal swampy areas. In the natural condition, due to its bad drainage system, these lands are inundated by rain water and river water. A system of canal that used as a drainage canal during low tide and as irrigation canal during high tide is introduced. Due to the oxidation of acid sulphate soils, there were dispersion of leached acids to the canal. A system of reservoirs (kolam) are provided at the end of the canal to maintain the flow during drainage time and to store the remain acids materials in the canal that is pushed back by reverse flow to the kolam. After 30 years of services, the kolams are covered by sediment and could not function as needed. It was suspected to be the cause of land degradation and reduction of yields. Several farmers ask the rehabilitation of the kolam.*

*A mathematical model is developed to evaluate the reliability of kolam rehabilitation by using HEC-RAS software. The results of simulation shows that the series of tertiary canal and kolam could regulate the flow and could help the canal system to dilute the acid water. Due to its hydro-topography condition (Land Type A), the land and the tertiary canals could act as a huge reservoir that can replace the purpose of kolam. The 126 km length of tertiary canals and*

*about 196.074 m<sup>3</sup>.*

**Keyword :** *tidal irrigation system, mathematical model, land reclamation.*

## 1. Pendahuluan

Setelah berusia lebih dari 30 tahun sejak dikembangkan, beberapa kolam pasang yang di buat di Unit Pasang Surut di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah sudah dipenuhi oleh sedimen dan dapat dikatakan sudah tidak berfungsi lagi sebagai kolam penampung air pasang. Saat ini, setelah lama tidak berfungsi, beberapa petani menginginkan diaktifkannya lagi kolam pasang di ujung hulu tata saluran. Petani berharap bahwa dengan diaktifkannya kembali kolam pasang, maka air pasang akan dapat mengalir masuk ke lahan.

Kolam pasang dibuat oleh perencana dan penggagas pengembangan jaringan pasang surut di tahun tujuh puluhan selain dimaksudkan sebagai

kolam penampung bahan hasil pencucian tanah yang tidak sempat keluar dari jaringan saluran karena didesak kembali oleh air pasang, juga di pertimbangkan sebagai pengendali aliran. Kolam pasang dibangun terutama di daerah Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah yang tanahnya mengandung sulfat masam. Beberapa unit yang dahulunya mempunyai kolam pasang antara lain adalah Unit Tabunganen, Unit Barambai, Unit Jelapat, Unit Sakalagun, Unit Danda Besar, Unit Belawang. Ukuran kolam pasang biasanya adalah 400 x 400 m<sup>2</sup>, dengan kedalaman 2 m – 3 m.

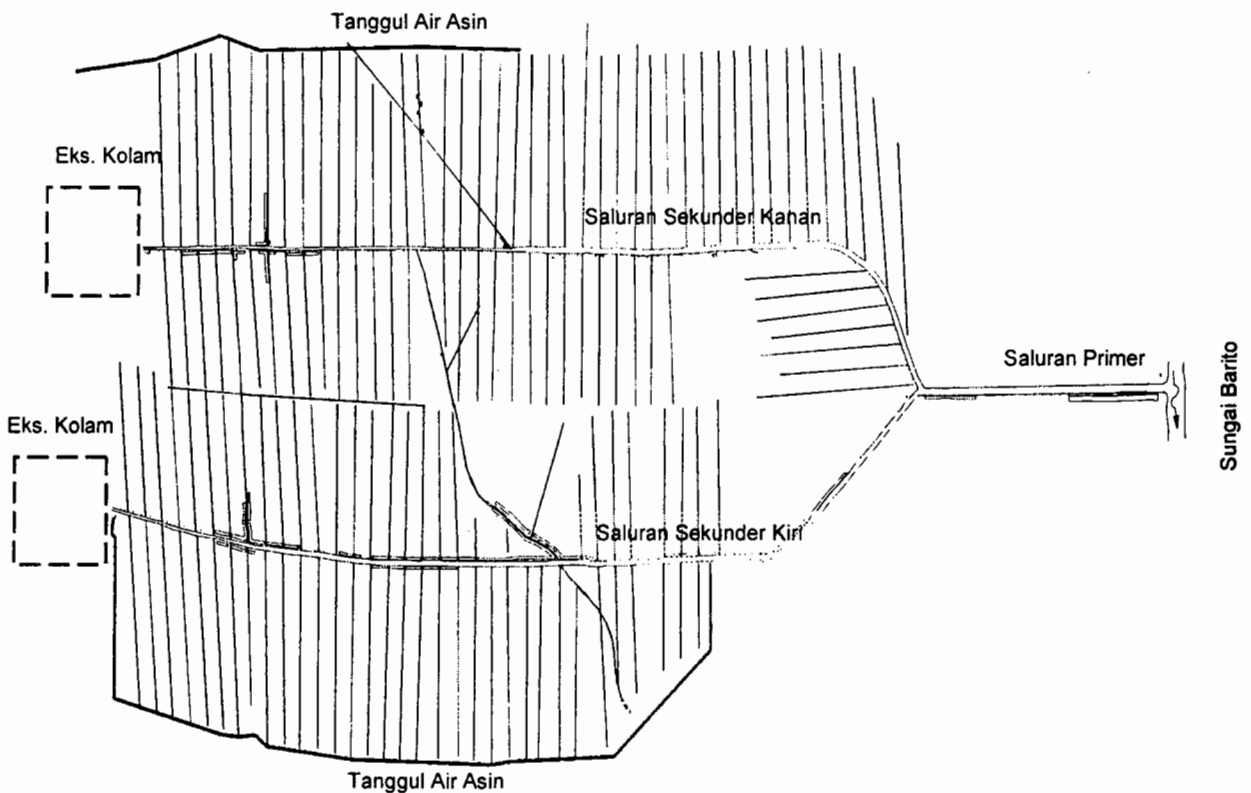
Salah satu unit irigasi pasang surut yang menarik untuk dipelajari adalah Unit Tabunganen yang berada di Kecamatan Tabunganen yang terletak pada 114°30' Bujur Timur dan 3°30'

Lintang Selatan, sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Tamban, sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Banjar, sebelah Selatan berbatasan dengan Laut Jawa dan sebelah Barat berbatasan dengan Propinsi Kalimantan Tengah. Unit Tabunganen mempunyai luas lahan sebesar 5600 ha dengan panjang saluran primer 2,760 km., saluran sekunder kanan 9,558 km., saluran sekunder kiri 9,744 km., 142 saluran tersier dengan panjang total 205 km. (lihat Gambar 1). Seperti halnya dengan unit yang lain, kolam pasang di unit ini telah tidak berfungsi karena tertutup oleh endapan sedimen.

Unit Tabunganen adalah unit yang paling dekat dengan pantai, sehingga air yang masuk ke saluran primer dari Sungai Barito sangat dipengaruhi oleh kualitas air di muara Sungai Barito. Pada saat musim kemarau hampir selalu terjadi intrusi air asin. Untuk menanggulangi adanya intrusi air asin, di bagian selatan unit ini dibuat tanggul air asin. Ditinjau dari keadaan hidrotopografinya, lahan di unit ini dapat

dikatakan sebagai lahan tipe A, yaitu lahan yang dapat terluapi air pasang, terutama saat terjadi *spring tide*.

Hasil survai tanah menyatakan bahwa kemasaman tanah (pH) di 25% lahan berkisar antara 3,1–3,4; 65% lahan berkisar antara 3,6–4,5; 10% lahan mempunyai pH>4,5. Kondisi ini menunjukkan bahwa lahan/tanah di kawasan Tabunganen mempunyai reaksi tanah berharkat sangat masam. Tingkat kegaraman dari areal, 65% lahan dengan kegaraman 4-12 mS/cm berharkat sangat tinggi, 30% lahan dengan kegaraman 13–24 mS/cm berharkat luar biasa tinggi dan 5% lahan dengan kegaraman >24 mS/cm berharkat ekstrim tinggi. Kondisi di atas menunjukkan bahwa tingkat kegaraman tanah di daerah penelitian berharkat tinggi sampai sangat tinggi, mengakibatkan tidak semua tanaman mampu mengantisipasi kegaraman, apalagi pada saat musim kemarau kegaraman tanah akan mengalami peningkatan lebih tinggi.



Gambar 1. Jaringan tata saluran Unit Tabunganen Kalimantan Selatan.

Beberapa tahun yang lalu produksi padi di Unit Tabunganen ini dikatakan cukup baik, dengan tingkat produksi 2,5 – 3,0 ton/ha. Saat ini beberapa lahan di dekat kolam pasang mempunyai produksi yang sangat rendah, berkisar antara 1,5 ton/ha. Petani hanya menanam padi sekali setahun, karena adanya intrusi air asin pada musim kemarau. Beberapa petani menyatakan bahwa penurunan produksi tersebut diakibatkan oleh kemasaman tanah yang tinggi, karena ketidakmampuan saluran membawa air segar dari Sungai Barito masuk ke lahan. Oleh karena itu, sebagian besar petani di bagian hulu mengharapkan adanya normalisasi saluran dan rehabilitasi kolam pasang.

Rehabilitasi kolam pasang dengan digali kembali jelas membutuhkan biaya yang sangat besar, dengan volume galian sebesar 400.000 m<sup>3</sup>, dibutuhkan biaya Rp. 4.000.000.000,-/kolam. Unit Tabunganen mempunyai 2 kolam pasang yang sudah tidak aktif, apabila keduanya akan direhabilitasi, maka biaya yang dibutuhkan akan sangat besar sekali, yang mungkin tidak akan sesuai dengan peningkatan pendapatan petani.

Untuk melengkapi pertimbangan perlu dan tidaknya rehabilitasi kolam pasang, diperlukan analisis hidraulik efektifitas kolam pasang yang meninjau kemampuan kolam pasang membantu pengendalian aliran di saluran guna pengenceran kemasaman air dan tanah.

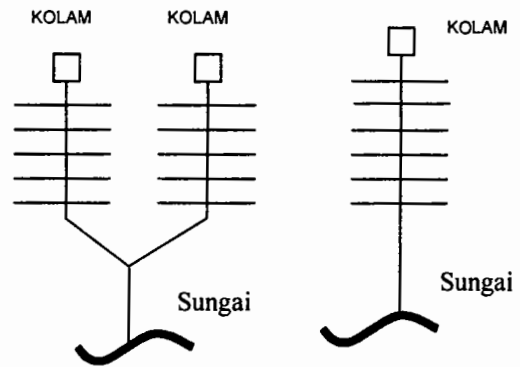
## 2. Fundamental

Suatu sistem tata saluran pasang surut dikenalkan oleh Universitas Gadjah Mada di awal tahun tujuh puluhan guna mendukung upaya Pengembangan Persawahan Pasang Surut di daerah rawa di Provinsi Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. Pada awalnya lahan tersebut selalu tergenang oleh air hujan dan air limpasan sungai karena jeleknya sistem drainasi alamiahnya. Reklamasi lahan guna pengembangan lahan pertanian, tentunya memerlukan suatu perbaikan sistem drainasi. Tanah di hamparan tersebut merupakan tanah endapan *fluvio-marine* dengan berbagai tingkat kematangan. Di beberapa tempat, ditemukan lapisan tanah sulfat masam yang merupakan tanah mineral yang mempunyai

kandungan pirit ( $\text{FeS}$ ) > 2%. Aerasi tanah karena dibangunnya sistem drainasi akan mengakibatkan terjadinya oksidasi yang akan mengubah pirit menjadi *ferric oxyde* dan *sulphuric acid* yang mempunyai tingkat keasaman yang tinggi. Kandungan Ferro dan asam sulfat yang tinggi akan mematikan tanaman.

Sistem tata saluran yang dikenalkan diharapkan dapat berfungsi sebagai jaringan drainasi pada waktu air surut dan berfungsi sebagai jaringan irigasi pada waktu air pasang. Air hujan yang jatuh ke lahan dan air pasang yang melimpas ke lahan diharapkan dapat mencuci hasil oksidasi pirit dan terbawa ke sungai pada saat air surut. Karena adanya aliran balik saat air pasang, sebagian air asam tersebut tidak dapat keluar ke sungai dan akan terakumulasi sebagian dan untuk sementara waktu di saluran, yang mungkin akan terdesak kembali masuk ke lahan.

Guna mengatasi hal tersebut, dibuat kolam pasang di ujung saluran yang dapat berfungsi sebagai reservoir untuk menampung hasil pencucian tanah sulfat masam dan pengendali aliran di saluran (lihat Gambar 2).

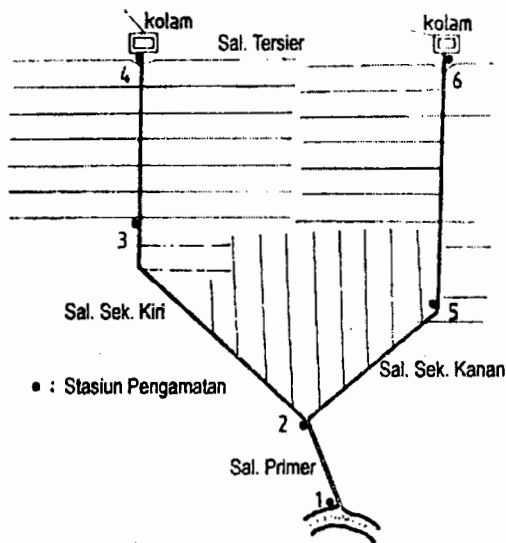


Gambar 2. Beberapa tipe Sistem Kolam.

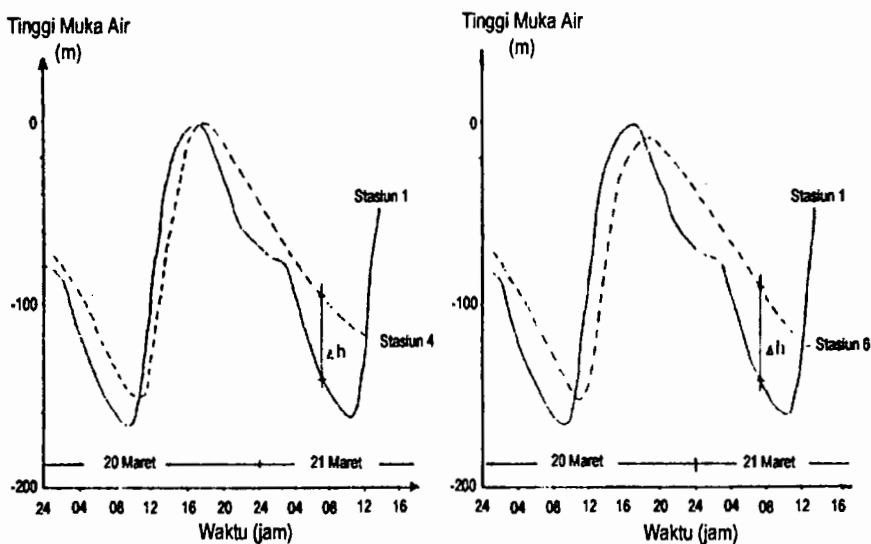
Setelah berfungsi selama lebih dari 10 tahun, hampir semua kolam mulai terisi oleh endapan sedimen dan saat ini, setelah 30 tahun, kolam tersebut telah tertutup oleh sedimen dan tumbuh-tumbuhan, sehingga tidak dapat berfungsi lagi sebagai reservoir penampung air asam. Wignjosukarto (1985), membuat penelitian fungsi kolam pasang di Unit Barambai Provinsi Kalimantan Selatan ditinjau dari aspek kuantitas dan kualitas aliran (lihat Gambar 3). Dengan

adanya kolam pasang telah terjadi perbedaan fase pasang surut di muara dan di dekat kolam. Perbedaan fase pasang surut di muara dan di mulut kolam pasang, telah memberi kemiringan energi yang cukup guna menjaga kontinuitas aliran (lihat Gambar 4), yang ditunjukkan oleh perbedaan elevasi muka air di hulu dan di hilir ( $\Delta h$ ). Dengan energi yang cukup, maka kecepatan aliran di saluran menjadi lebih besar dan mempunyai kemampuan yang lebih besar mengangkat hasil oksidasi pirit. Hasil pengamatan pH (keasaman) di saluran, lihat Gambar 5, menunjukkan bahwa saat surut, air asam dapat mencapai muara, baik di

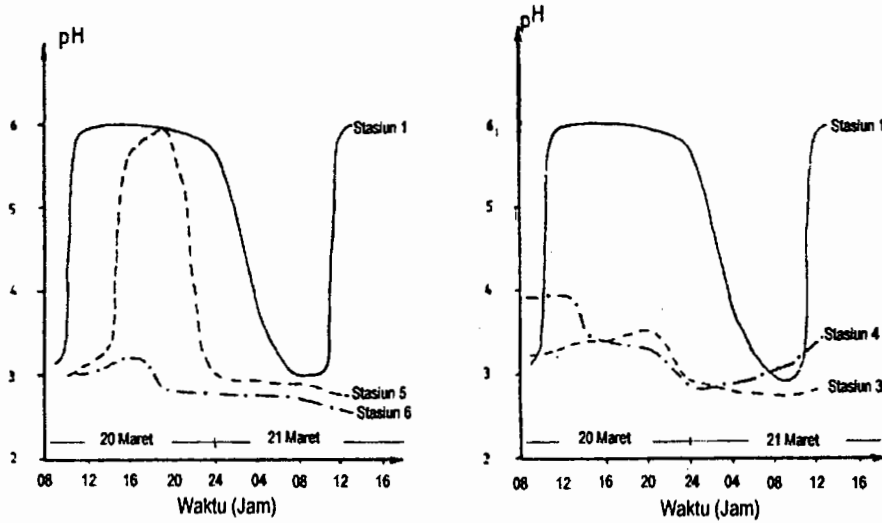
saluran sekunder kanan maupun saluran sekunder kiri. Pada saat air pasang, air segar dengan pH = 6 dapat mencapai titik 5 di saluran sekunder kanan, dan pH = 4 dapat mencapai titik 3 di saluran sekunder kiri. Terlihat bahwa kemampuan untuk membawa air segar masuk ke dalam sistem tata air di saluran sekunder kanan lebih baik daripada di saluran sekunder kiri, hal tersebut juga dapat dijelaskan dari perbedaan elevasi muka air di muara dan di kolam pasang kanan lebih besar dibanding perbedaan elevasi muka air di muara dan di kolam pasang kiri (lihat Gambar 4).



Gambar 3. Jaringan Saluran Unit Barambai.



Gambar 4. Perbedaan elevasi pasang surut di muara dan di mulut kolam pasang,



Gambar 5. Hasil pengukuran keasaman (pH) di saluran .

### 3. Metodologi

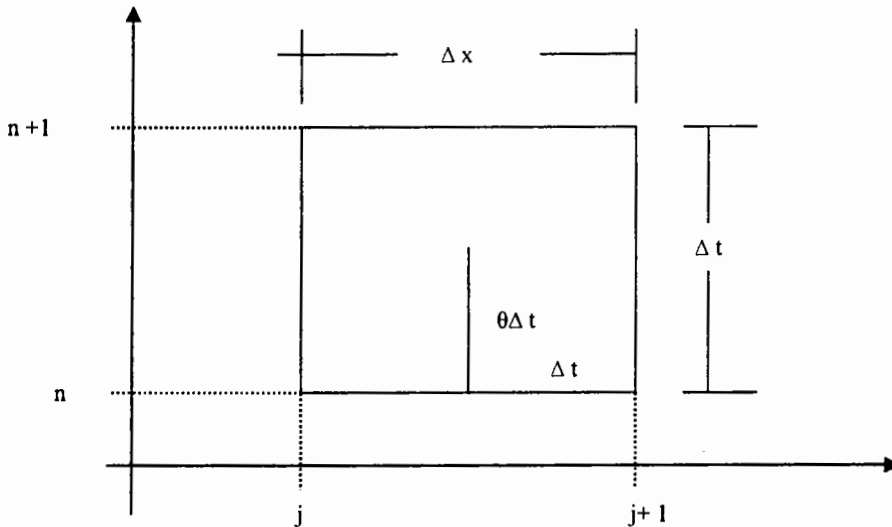
Aliran dalam satu saluran di unit irigasi pasang surut sangat ditentukan oleh perubahan elevasi muka air akibat gerakan pasang surut di laut dan debit dari bagian hulu. Arah dan besaran kecepatan aliran sangat ditentukan oleh kedua variabel tersebut. Persamaan matematis yang dapat merepresentasikan fenomena aliran tidak permanen (*unsteady flow*) adalah persamaan Barre de St Venant, yang terdiri atas persamaan konservasi massa dan persamaan konservasi momentum. Salah satu model matematik yang memakai persamaan tersebut di atas adalah Program HEC-RAS, yang menjabarkan persamaan konservasi dan persamaan momentum seperti pada persamaan (1) dan persamaan (2)

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_t = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + gA(S_f - S_o) = 0 \quad (2)$$

$$S_f = \frac{n^2 Q^2}{A^2 R^{4/3}} \quad (3)$$

Persamaan diferensial parsial tersebut kemudian diselesaikan secara numeris dengan metoda beda hingga (*finite difference method*) skema implisit (lihat Gambar 6), agar dapat dipakai sebagai model matematik simulasi aliran air tidak permanen seperti halnya aliran yang dipengaruhi oleh gerakan pasang surut.



Gambar 6. Tipikal skema implisit metoda beda hingga.

Perataan persamaan numerik yang dipakai mengikuti skema metoda beda hingga seperti yang dikembangkan oleh Preissmann (Wignyosukarto, 1985).

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{0,5(\Delta f_{j+1} + \Delta f_j)}{\Delta t} \quad (4)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{(f_{j+1} - f_j) + \theta(\Delta f_{j+1} - \Delta f_j)}{\Delta x} \quad (5)$$

$$f = 0,5(f_j + f_{j+1}) + 0,5\theta(\Delta f_j + \Delta f_{j+1}) \quad (6)$$

$$f_j = f_j^n$$

$$\Delta f_j = f_j^{n+1} - f_j^n \quad (7)$$

$$f_j^{n+1} = f_j + \Delta f_j$$

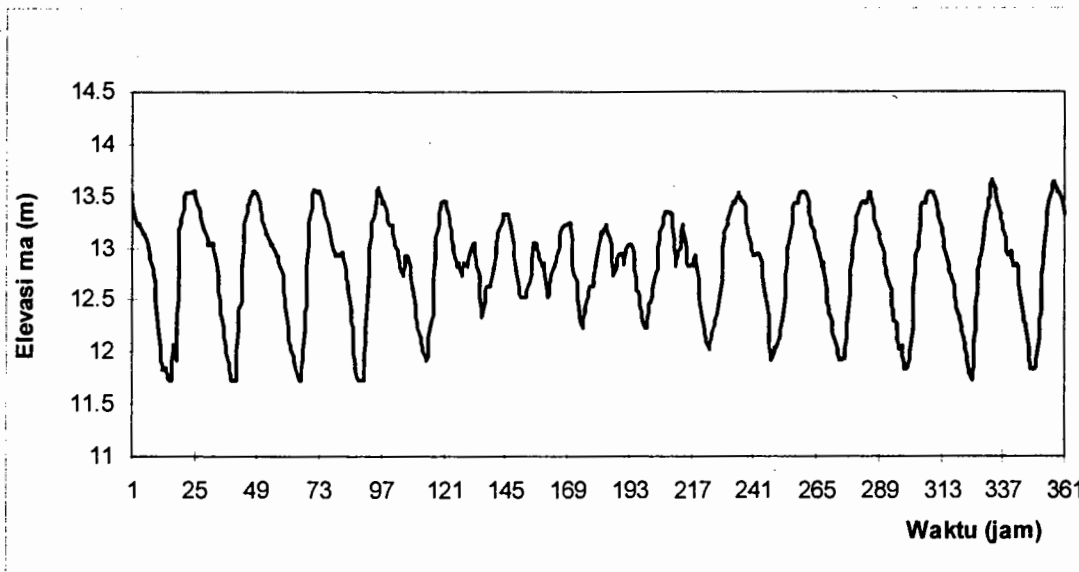
$$0,5 < \theta < 1,0$$

Program HEC-RAS ini yang kemudian dipakai sebagai alat simulasi aliran di Unit Tabunganen. Guna kebutuhan simulasi ini, telah dilakukan pengukuran topografi guna mendapatkan peta jaringan saluran dan tampang saluran baik saluran primer, saluran sekunder dan saluran tersier, serta pengukuran pasang surut selama 15 hari di batas hulu, hilir dan di tengah

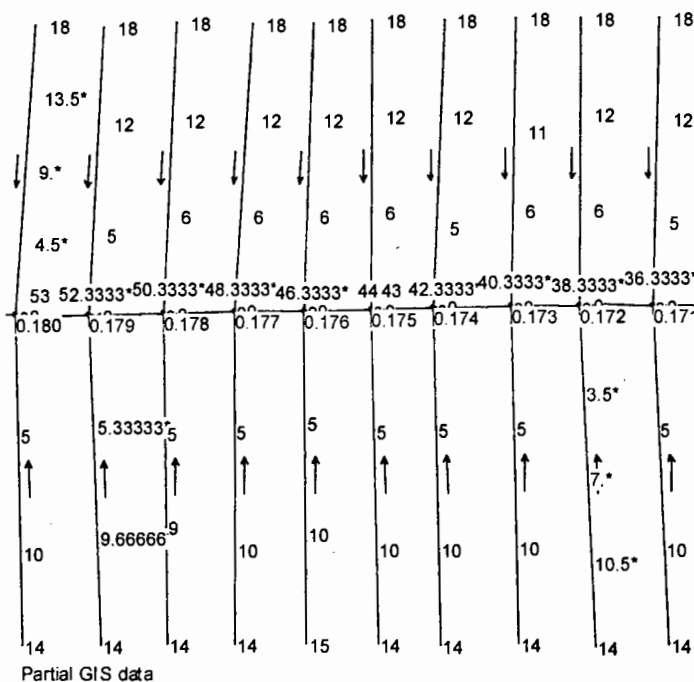
jaringan saluran. Hasil pengukuran pasang surut di muara (lihat Gambar 7) dipakai sebagai kondisi batas hilir. Model tata saluran ini didiskritisasi dalam beberapa titik yang terdiri atas rangkaian 768 tampang saluran, yang meliputi 27 tampang saluran primer 95 tampang saluran sekunder kanan, 98 tampang saluran sekunder kiri dan 548 tampang saluran tersier. Contoh diskritisasi saluran dalam model matematik ini dapat dilihat pada Gambar 8.

Langkah pertama yang dilakukan dalam simulasi model matematik ini adalah proses kalibrasi model yang dilakukan dengan menyetarakan antara elevasi muka air hasil hitungan dengan elevasi muka air hasil pengukuran. Variabel yang dipakai pada proses kalibrasi ini adalah angka kekasaran Manning (n). Kalibrasi hanya dilakukan dengan waktu hitungan selama 5 hari dengan memanfaatkan data pasang surut 5 hari terakhir.

Dengan telah didapatkannya nilai kekasaran Manning (n) saluran, maka model jaringan saluran tersebut kemudian dapat dimanfaatkan untuk langkah-langkah perencanaan dan evaluasi efektivitas pembuatan kolam pasang.



Gambar 7. Kurva pasang surut hasil pengukuran di muara.

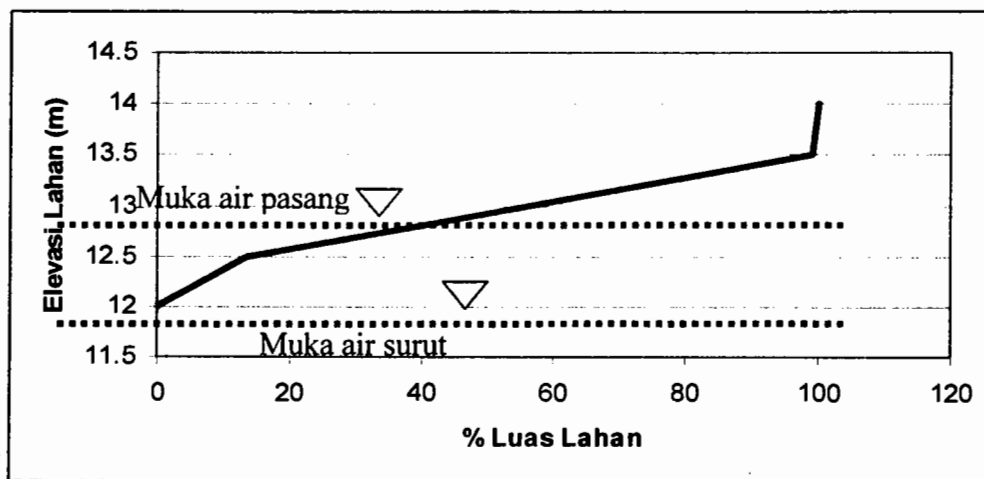


Gambar 8. Contoh diskritisasi saluran.

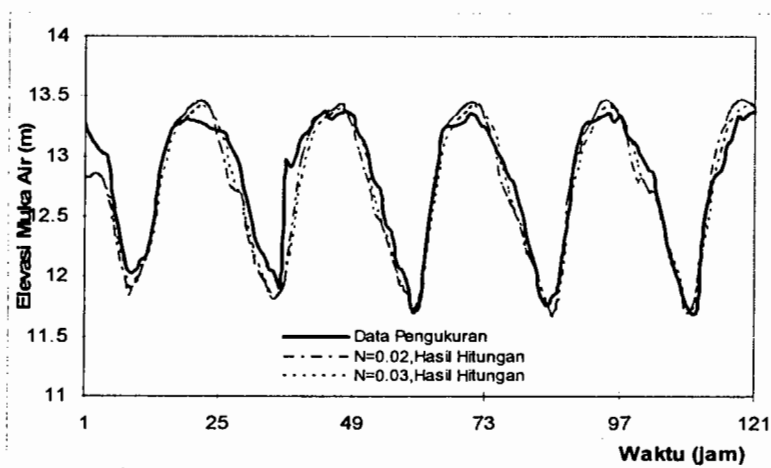
**4. Hasil dan Pembahasan**

Dengan membandingkan elevasi lahan dan elevasi muka air, terlihat bahwa hampir semua lahan di Unit Tabunganen ini adalah lahan tipe A, yang elevasi lahannya berkisar antara +12,5 m hingga +14,0 m, sedangkan fluktuasi muka air pasang dan surut, berkisar antara +11,5 m hingga +13,5 m. Dengan mempertimbangkan kondisi

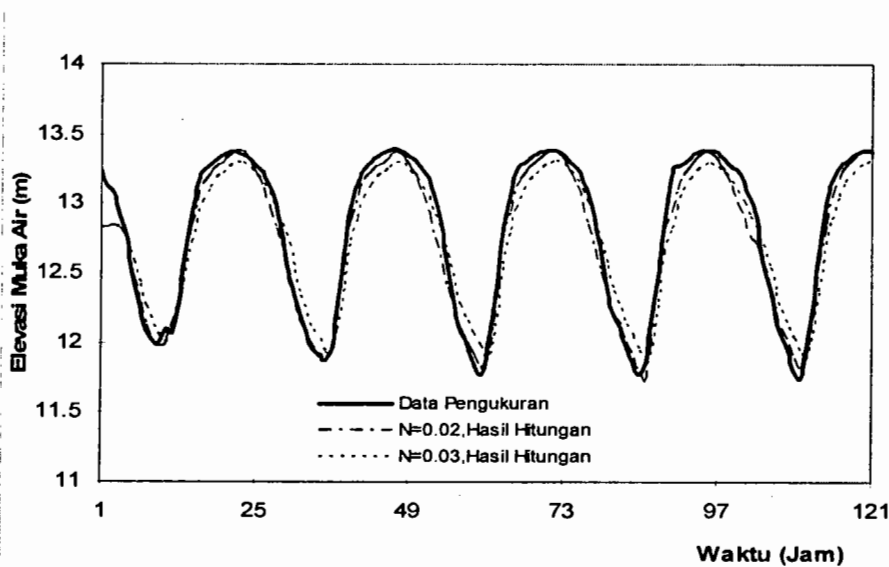
hidro-topografi tersebut, lahan di Unit Tabunganen dapat dikategorikan menjadi lahan yang terluapi dan lahan yang tidak terluapi. Lahan dengan elevasi di atas +13,5 m (2%) dapat dikatakan tidak terluapi, sedangkan areal yang lainnya dapat dikatakan sebagai areal yang pernah terluapi (98%), dan selalu terluapi pada saat air pasang (lihat Gambar 9).



Gambar 9. Hubungan persentase luas lahan dan elevasi lahan.



Gambar 10.a. Hasil kalibrasi di saluran sekunder kanan.



Gambar 10.b. Hasil kalibrasi di saluran sekunder kiri.



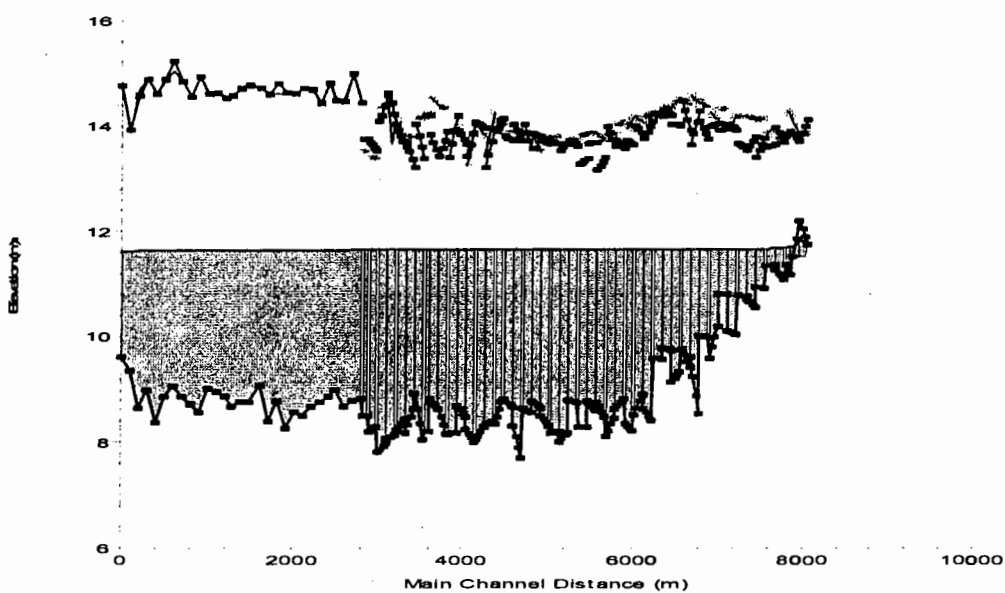
Hasil proses kalibrasi dengan  $n = 0,03$  dan  $n = 0,02$  dapat dilihat di Gambar 10a dan Gambar 10b. Hasil kalibrasi dengan  $n = 0,03$  di saluran sekunder kanan dan  $n = 0,02$  di saluran sekunder kiri dianggap sebagai hasil yang paling baik ditinjau dari fase dan amplitudo kurva pasang surutnya.

Normalisasi saluran ternyata sangat dibutuhkan terutama di beberapa saluran tersier dan saluran sekunder bagian hulu baik saluran sekunder kanan dan saluran sekunder kiri, karena di bagian-bagian tersebut telah terjadi pendangkalan yang mengganggu transportasi air dan mengurangi kemampuan membuang air saat air surut, terutama di daerah di dekat bekas kolam pasang (lihat Gambar 11). Guna tersebut maka dasar saluran sekunder yang dangkal digali hingga elevasi dasar  $+11,0$  m, dengan lebar dasar 25 m untuk saluran sekunder kanan dan lebar dasar 20 m untuk saluran sekunder kiri. Demikian pula saluran tersier yang dangkal dan sempit dinormalisir dengan elevasi dasar saluran pada  $+12,0$  m, dengan lebar dasar 1,0 m di muara dan lebar dasar 0,5 m di bagian hulu.

Seperti dinyatakan dalam studi terdahulu, Wignyosukarto (1986), pembuatan kolam pasang dimaksudkan untuk mengatur aliran di saluran sekunder. Dengan adanya kolam pasang, akan

terjadi aliran air lebih banyak yang masuk ke kolam pasang. Dengan mempertimbangkan volume kolam pasang sebesar  $300.000 \text{ m}^3 - 400.000 \text{ m}^3$ , diharapkan akan terjadi tambahan hisapan air sebesar  $300.000 \text{ m}^3 - 400.000 \text{ m}^3$  yang masuk ke saluran sekunder yang dapat mengencerkan air asam agar tidak membahayakan bagi tanaman. Volume tampungan kolam pasang tersebut sebetulnya dapat digantikan oleh volume tampungan saluran tersier. Di saluran sekunder kanan terdapat 79 saluran tersier dengan panjang total 126 km. Apabila masing-masing saluran tersier mempunyai tampang basah sebesar  $4 \text{ m}^2$ , maka besarnya kemampuan tampung saluran tersier kanan adalah  $504.000 \text{ m}^3$ . Ternyata kemampuan tampung saluran tersier sebetulnya lebih besar daripada kemampuan tampung kolam pasang. Hal tersebut dimungkinkan karena kondisi hidrotopografinya menyebabkan air pasang air dapat masuk ke saluran saat air pasang dan menggenangi sebagian besar lahan.

Oleh karena itu, guna keperluan evaluasi efektivitas rehabilitasi kolam pasang, perlu dilakukan langkah eksploitasi model yang meninjau (a) pengaruh adanya saluran tersier, (b) pengaruh adanya kolam pasang terhadap gerakan pasang surut dan debit air segar yang masuk ke dalam sistem.



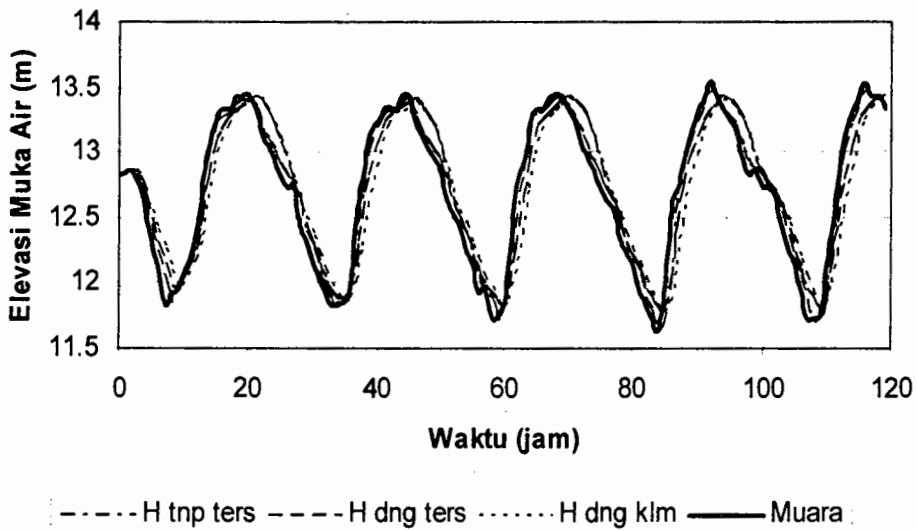
Gambar 11. Tampang memanjang saluran primer dan saluran sekunder kanan saat surut terendah.

Simulasi model matematik yang dilakukan meliputi simulasi jaringan tata saluran tanpa saluran tersier tanpa kolam pasang (kasus 1), jaringan tata saluran dengan saluran tersier tanpa kolam pasang (kasus 2) dan jaringan tata saluran dengan saluran tersier dengan kolam pasang (kasus 3).

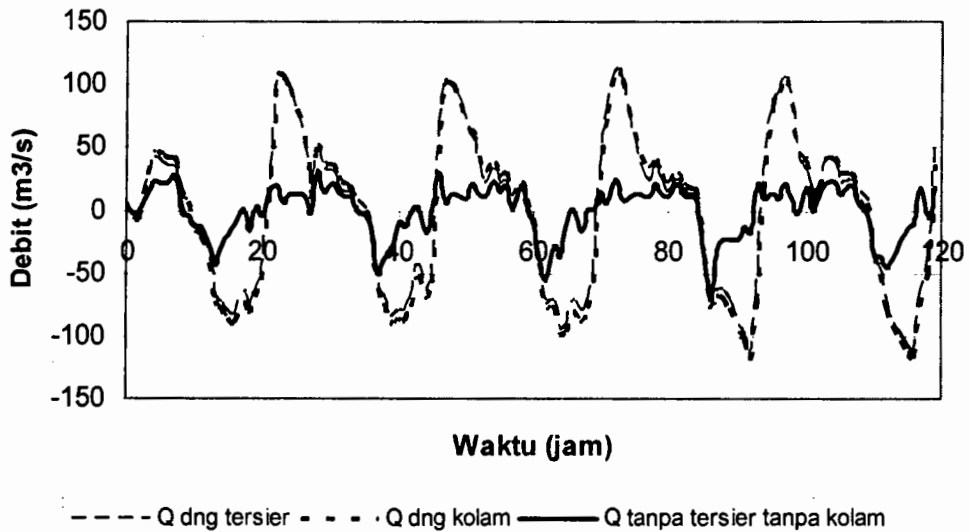
Hasil simulasi menunjukkan adanya perbedaan fase dan amplitudo antara kurva pasang surut di muara dan di hulu saluran sekunder, baik pada model dengan saluran tersier (kasus 2) dan dengan kolam (kasus 3), sedangkan pada kasus 1

(tanpa saluran tersier dan tanpa kolam pasang), fase dan amplitudo di dua tempat tersebut dapat dikatakan tidak ada perubahan sama sekali (lihat Gambar 12).

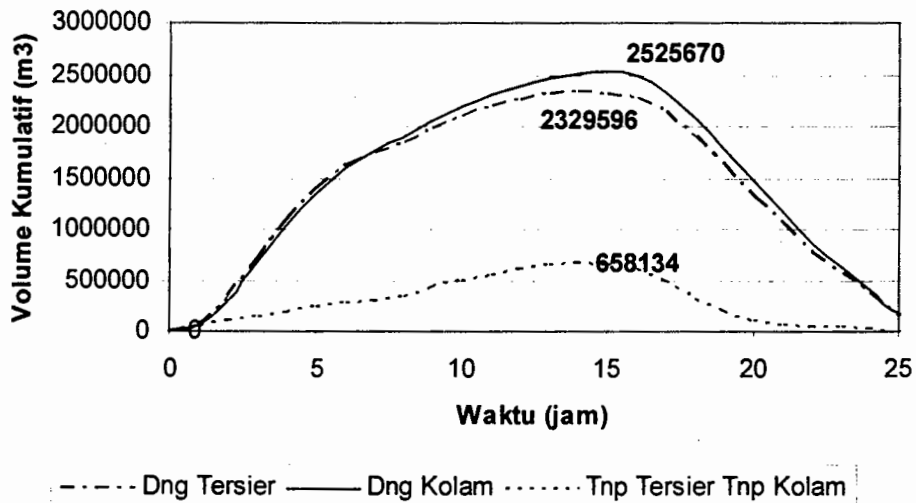
Kelihatannya perbedaan fase dan amplitudo tersebut di atas tidak terlalu besar, namun kalau ditinjau dari debit dan volume air kumulatif yang masuk dan keluar saluran sekunder kanan (lihat Gambar 13 dan 14) maka terlihat bahwa pengaruh tampungan saluran tersier dan kolam pasang sangat besar.



Gambar 12. Kurva pasang surut di muara dan di hulu saluran sekunder pada beberapa kasus.



Gambar 13. Kurva debit yang masuk dan keluar saluran sekunder kanan pada beberapa kasus.



Gambar 14. Volume kumulatif air yang masuk ke saluran sekunder kanan dalam satu siklus pasang surut.

Volume air maksimum yang masuk ke saluran sekunder tanpa saluran tersier dan tanpa kolam pasang (kasus 1) adalah 658.134 m<sup>3</sup>. Volume air maksimum yang masuk ke saluran sekunder pada sistem dengan saluran tersier (kasus 2) adalah 2.329.596 m<sup>3</sup>. Dengan adanya kolam pasang dan saluran tersier (kasus 3), volume air kumulatif maksimum yang masuk ke saluran sekunder adalah 2.525.670 m<sup>3</sup>. Dengan adanya saluran tersier dan kolam pasang, akan terjadi kenaikan pemasukan volume air sebesar 1.867.536 m<sup>3</sup> dibanding kasus 1, sedangkan pada sistem dengan saluran tersier saja tanpa kolam pasang (kasus 2) akan terjadi kenaikan pemasukan volume

air sebesar 1.671.462 m<sup>3</sup>. Dengan demikian kontribusi kolam pasang terhadap kenaikan volume air di saluran sekunder hanya sebesar 10,5%.

Jumlah biaya struktural yang harus dikeluarkan untuk memperbaiki sistem ini terutama ditentukan oleh biaya galian saluran dan kolam serta biaya timbunan. Resume volume galian dan timbunan ditunjukkan pada Tabel 1. Jumlah galian saluran sekunder dan saluran tersier serta kolam pasang adalah 1.009.281 m<sup>3</sup>, tujuh puluh satu persen (715.920 m<sup>3</sup>) diantaranya adalah volume galian kolam pasang.

Tabel 1. Volume galian dan timbunan

Nama Saluran	Volume (m <sup>3</sup> )			
	Galian		Timbunan	
Tersier	231.988		162.048	
Kanan Dalam		58.688		43.340
Kanan Luar		64.095		64.011
Kiri Dalam		38.495		25.352
Kiri Luar		70.711		29.345
Sekunder	61.373		9.591	
Kanan Tabunganen		34.494		3.732
Kiri Tabunganen		26.879		5.859
Kolam Pasang	715.920		5.760	
Kanan		397.520		2.072
Kiri		318.400		3.688
Jumlah	1.009.281		177.399	

## 5. Kesimpulan

Hasil evaluasi dengan model matematik ini menyatakan bahwa upaya tambahan dengan rehabilitasi kolam pasang seluas 16 ha. tersebut di atas tidak memberikan perbaikan hidraulis yang signifikan dibanding dengan upaya normalisasi saluran tersier saja. Penambahan volume galian untuk kolam pasang sebesar 71% hanya menambah pemasukan volume air sebesar 10,5 %.

Penggalian kolam pasang, yang saat ini merupakan lokasi pengendapan sedimen yang berasal dari hasil pencucian tanah pirit, juga bukan suatu pekerjaan yang mudah untuk dilakukan. Apabila endapan sedimen di bekas kolam pasang tersebut masih mempunyai keasaman yang tinggi atau salinitas yang tinggi, maka penggalian endapan tersebut dapat mengakibatkan terbukanya kembali sumber polutan bagi daerah pertanian. Polutan yang mempunyai keasaman tinggi tersebut dapat menyebar kembali ke lahan pertanian dan akan berakibat turunnya produksi pertanian.

Apabila keinginan petani untuk merehabilitasi kolam pasang menjadi suatu keharusan, disarankan untuk lebih dahulu melakukan penelitian kualitas tanah endapan sedimen di bekas kolam pasang. Apabila hasil penelitian kualitas tanah tersebut menunjukkan keasaman dan salinitas yang tinggi, agar tidak terjadi penyebaran keasaman ke saluran tersier, diperlukan metoda pelaksanaan penggalian kolam pasang yang teliti agar proses dispersi air asam ke saluran tersier dapat dihindari, misalnya dengan melaksanakannya di musim kemarau saat petani tidak sedang mengusahakan sawahnya.

## Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Puser Bumi, yang telah memperkenankan

pemakaian data pekerjaan "Identifikasi dan Detil Desain Upgrading Pengembangan Pengairan Pasang Surut Kabupaten Barito Kuala" pada tahun 2004, saat penulis menjadi Ketua Tim dan Ahli Hidraulika. Terima kasih juga disampaikan kepada Sdr. Daud yang telah membantu menyiapkan data dalam penelitian ini.

## Daftar Notasi

- A : luas tampang basah saluran (m<sup>2</sup>)
- S : luas tampang daerah tampungan (m<sup>2</sup>),
- Q : debit saluran (m<sup>3</sup>/s),
- q<sub>t</sub> : aliran lateral per satuan panjang saluran (m<sup>2</sup>/s)
- R : radius hidraulik (m),
- n : kekasaran Manning,
- h : kedalaman saluran (m),
- S<sub>f</sub> : kemiringan garis energi,
- S<sub>o</sub> : kemiringan dasar saluran,
- G : percepatan grafitasi (m/det<sup>2</sup>),
- x : jarak (m),
- t : waktu (detik).

## Pustaka

- Anonim, 2004, *Laporan Akhir Identifikasi dan Detil Desain Upgrading Pengembangan Pengairan Pasang Surut Kabupaten Barito Kuala*, PT. Puser Bumi Consultant, Yogyakarta.
- Wignyosukarto, B.S., 1985, *Etude de la dilution de produits de lessivage du sol d'un reseau d'irrigation soumis a la maree*, *These de Docteur Ingenieur*, INP Grenoble, France.
- Wignyosukarto, B.S., 1986, *Water Quantity and Quality Aspect of Kolam Systems*, Research Paper, *Symposium Lowland Development in Indonesia*, ILRI, Wageningen, The Netherland.