

Pengairan Pasang Surut

by Rony Riduan

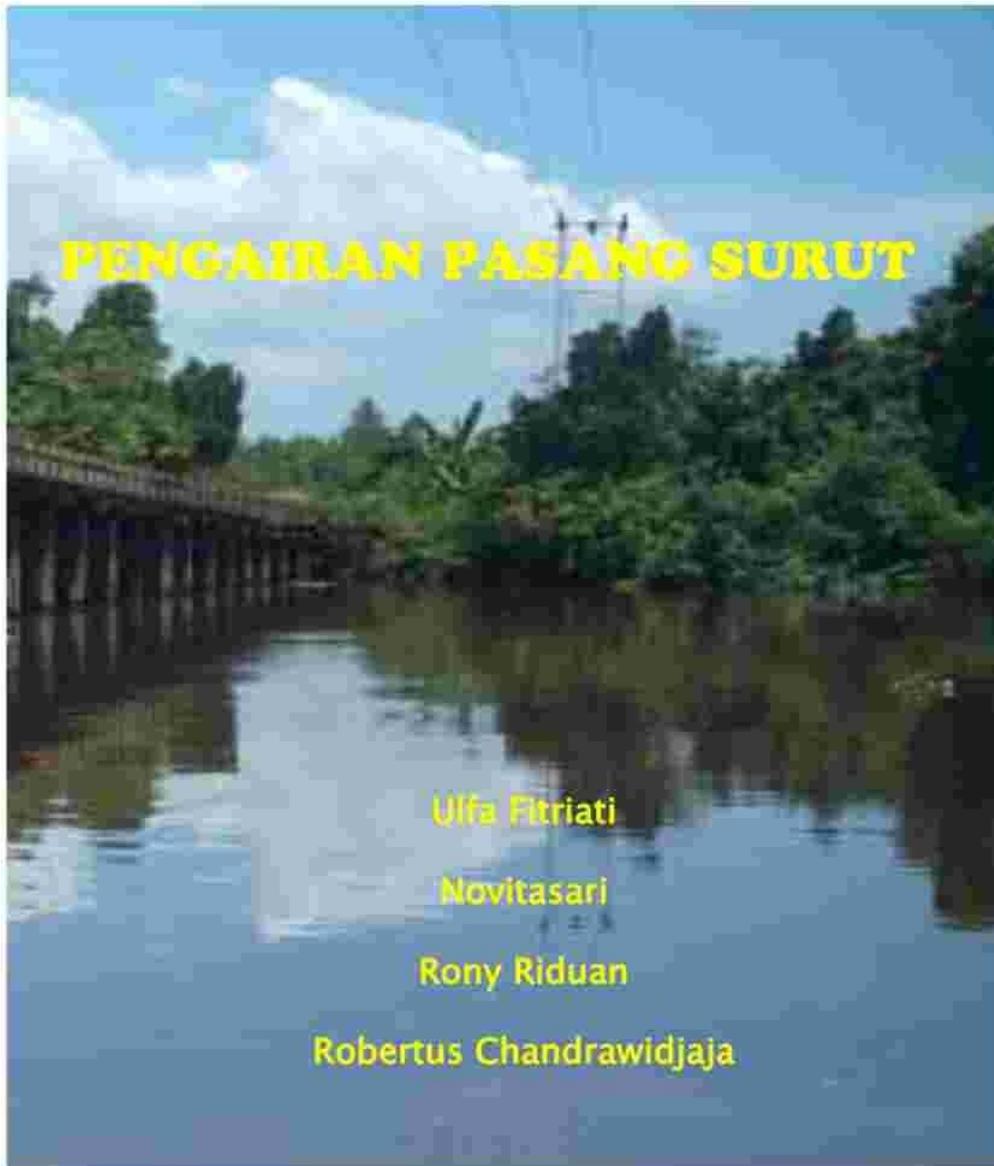
Submission date: 25-Apr-2023 04:32AM (UTC-0400)

Submission ID: 2074936255

File name: pengairan_pasang_surut.pdf (41.05M)

Word count: 33326

Character count: 186850



Lambung Mangkurat University Press
2017

PENGAIRAN PASANG SURUT

Ulfa Fitriati

Novitasari

Rony Riduan

Robertus Chandrawidjaja

23

, 2017

Unlam

13

fotocopi,

V+148 . 15,5 23

, Oktober

Sampul dan layout : Robertus Chandrawidjaja

ISBN: 978-602-6483-45-4

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1. PENGANTAR-IDE TIFIKASI-PUSTAKA	1-9
BAB 2. PENYEGARAN IRIGASI PASANG SURUT	10-30
BAB 3. FAKTOR PEMBATA, KESESUAIAN LARA	31-42
BAB 4. SISTEM TATA SALURAN, DIMENSI SALURAN	43-55
BAB 5. PRINSIP-PRINSIP SISTEM PENGELOLAAN AIR	56-74
BAB 6. LOKASI, POTENSI, MANFAAT PASUT	75-106
BAB 7. PENGELOLAAN LAHAN	107-146
BAB 8. DAFTAR PUSTAKA	147-148
LAMPIRAN - LAMPIRAN	1-40

DAFTAR PUSTAKA

- Darmanto, 1983, Pasang Surut, PAU Ilmu Teknik UGM.
- Darmanto, 1993, Kriteria Desain Pengembangan Daerah Rawa, PAU Ilmu Teknik, UGM, Yogyakarta.
- Darmanto, 2001, Penanganan Kawasan Lahan Basah Eks-PPLG Sejuta Hektar Kalimantan Tengah, Pusat Studi Sumberdaya Lahan, UGM
- Darmanto, 1993, Permasalahan Reklamasi dan Tehnologinya, FT Unlam, Banjarmasin.
- Hardjoso Prodjopangarso, ..., Pengalaman Tahun 1969 s.d 1977
Pembukaan Wilayah Pasang Surut di Kalimantan, FTS,UGM,
Yogyakarta.
- Hardjoso Prodjopangarso, ..., Pengairan Pasang Surut, FTS UGM,
Yogyakarta.
- Hardjoso Prodjopangarso, ..., Pengalaman Tahun 1969 s.d 1977
Pembukaan Wilayah Pasang Surut di Kalimantan, FTS, UGM,
Yogyakarta.
- Heun,J.C., 1993, Principles of Lowland Development in Indonesia, IHE,
ITB, Bandung.
- Ishak Hasan, ..., Cara Rakyat Mereklamasi dan Mengembangkan Rawa
Pasang Surut untuk Keperluan Pertanian, Direktorat Bintek,
Direktorat Jenderal Pengairan DPU, Jakarta.
- Muhammad Rifani, 1998, Karakteristik Ekosistem Pertanian Lahan Basah,
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan
Kebudayaan, Jakarta.
- Izarn, 1994, Hidraulika Pasang Surut, FT Unlam Banjarmasin.
- Robertus Chandrawidjaja, 1993, Sistem Sisir dan Sistem Searah Untuk
Pengembangan Rawa Pasang Surut di Kalimantan Selatan, FT
Unlam, Banjarmasin.
- Robertus Chandrawidjaja, Karakteristik dan Pola Perilaku Perairan Rawa
di Kalimantan Selatan, Makalah di PPLJ-1 Unlam, Banjarbaru.
- Robertus Chandrawidjaja, 1995, Karakteristik dan Perairan Rawa di

Kalimantan Selatan, Seminar Juni 1995 FT Unlam, Banjarmasin.

Robertus Chandrawidjaja, 1994, Sistem Sumberdaya Air Daerah Rawa dan Pasang Surut, Seminar Mei 1994 FT Unlam, Banjarmasin.

Sudarpo, 1990, Peramalan Pasang Surut dengan Metoda Analisis Harmonik dan Kuadrat Terkecil, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM,

Suhardjono, dkk, 1997. Bacaan Pendukung Bab I (dalam Penyusunan Buku Ajar Reklamasi Rawa), Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya, Malang.

Sudjarwadi, 1993, Irigasi Teknis Pasang Surut, FT Unlam, Banjarmasin.

Volker.A., 1991, Land Development and Land Reclamation, IHE, Delft, etherlands.

Volker.A.,, Reclamation and Polders, Intemational Institute for Hydraulic and Environmental Engineering, Delft etherland.

...., 1984, Pedoman Pola Pengembangan Daerah Rawa, Direktorat Jenderal Pengairan DPU

----, 1993, Perencanaan Pengelolaan Sumberdaya Lahan Rawa, Indeco Duta Utama, DPU Direktorat Jenderal Pengairan Direktorat Rawa, Proyek Perencanaan Pengembangan Daerah Rawa (P2PDR).

.....,1995, Pedoman Teknik Sederhana Pembangunan Prasarana dan Sarana Ke - PU -an, Departemen Pekerjaan Umum

....., 1991, Irigasi di indonesia -Strategi dan Pengembangan, Editor Effendi Pasandaran, Penerbit LP3ES, Jakarta.

----, 2008, Buku Pengelolaan Rawa di Indonesia, DPU Direktorat Jenderal Sumberdaya Air, Direktorat Rawa dan Pantai, Satuan Kerja Pembinaan Pelaksanaan Teknis Rawa dan Pantai.

BAB I

PENGANTAR, IDENTIFIKASI, PUSTAKA

nama mata kuliah	PENGAIRAN PASANG SURUT
Kode	HSKK 627
Program Studi	Program Studi Teknik Sipil
Bobot	2 sks
Fakultas	Teknik
Universitas	Lambung Mangkurat

Capaian Pembelajaran:

Mahasiswa akan mampu memahami, berbagai fakta tentang pengembangan lahan rawa pasang surut, memahami konsep, prosedur, dan prinsip ilmu dan teknologi yang diperlukan untuk merancang, merencanakan pengembangan lahan rawa pasang surut khususnya untuk persawahan di Indonesia.

Kompetensi:

1. Mahasiswa akan dapat memahami tentang pasang surut, periode pasang surut, Irigasi khususnya di daerah rawa, dan
2. Mahasiswa mampu menganalisis pasang surut.
3. Mahasiswa akan dapat memahami faktor pembatas pengembangan rawa pasang surut
4. Mahasiswa mampu menganalisis kesesuaian lahan berdasarkan hidrotopografi.
5. Mahasiswa akan dapat memahami sistem tata saluran, kolam pasang, dan merencanakan dimensi saluran.
6. Mahasiswa akan dapat memahami prinsip-prinsip sistem pengelolaan air, tipekal zoning, tipekal jaringan blok sekunder, tipekal tata letak, zona pengembangan.
7. Mahasiswa akan dapat memahami lokasi pengembangan pasang surut, potensi, dan manfaat sumberdaya alam pasang surut.
8. Mahasiswa menganalisis bagaimana cara pengelolaan lahan didaerah rawa pasang surut.

TUGASSTUDIPROYEK/SOAL

1. Karakteristik dan Potensi Lahan Rawa di Indonesia
2. Tipe Pasang Surut Unit Barambai; Unit Tabunganen; (di Indonesia)
3. Pengembangan sumberdaya lahan rawa pasang surut di Indonesia
4. Sistem tata air Unit Barambai
5. Inventarisasi dan Identifikasi Karakteristik Hidrologi dan Hidrometri Daerah rawa Pasang surut di Delta Pulau Petak(di Indonesia).
6. Hidrotopografi Unit Pasang surut di Delta Pulau Petak
7. Perancangan Pola tata air di delta pulau petak.
8. Pendekatan sistem untuk mengembangkan daerah rawa pasang surut

- untuk meningkatkan pendapatan masyarakat dari aspek tata air.
9. Pendekatan sistem untuk perancangan tata air di Delta Pulau Petak

CONTOH SOAL-SOAL UJIAN:

Matakuliah: Pengairan Pasang Surut (HSKK 627; 2 sks);
Sifat : Buka Buku.

Soal no.1:

Uraikan Penyebab Diurnal dan Semidiurnal

Soal no.2:

Uraikan faktor pembatas Pengembangan Rawa Pasang Surut.

Soal no.3:

Uraikan empat kondisi hidrotopografi lahan pasang surut.

Soal no.4:

Jelaskan sistem tata saluran untuk reklamasi daerah rawa pasang surut.

Soal no.5:

Jelaskan tentang sistem tata air mikro di daerah rawa pasang surut.

Soal no.6:

Buat tinjauan perencanaan sistem kolam pasang dan sistem tata air mikro di Unit Terantang Kalimantan Selatan (data dari hasil kuliah/tinjauan lapangan!)

Cootoh Pertaayaan singkat

1. Apa manfaat lahan rawa?
2. Sebutkan beberapa faktor yang ikut menentukan penggunaan air tanah.
3. Ada berapa macam bangunan di lahan rawa, sebutkan.
4. Sebutkan 4 jenis tanah di daerah rawa.
5. Ada berapa cara memelihara jaringan, sebutkan.
6. Jelaskan fungsi P3A untuk pemeliharaan jaringan
7. Buat daftar masalah di daerah reklamasi rawa.
8. Apa tujuan dibuatnya rencana tata tanam dan pengendalian air?
9. Apa yang harus dirinci di dalam rencana tata tanam tersebut?
10. Sebutkan kegiatan-kegiatan terpenting dalam pengendalian air di jaringan.
11. Sebutkan faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam membuat rencana tata tanam.
12. Sebutkan kegiatan-kegiatan terpenting dalam pengendalian air di petak tersier.
13. Sebutkan organisasi-organisasi yang terlibat dalam pengelolaan jaringan irigasi dan pembuang.
14. Sebutkan tanggungjawab masing-masing organisasi dalam pengelolaan jaringan irigasi dan pembuang.
15. Jelaskan struktur organisasi di berbagai tingkat.
16. Jelaskan bagaimana organisasi-organisasi pengelolaan jaringan irigasi dan pembuang tersebut mengkoordinasi kegiatan-kegiatan mereka di berbagai tingkat.
17. Sebutkan tugas-rugas utama P3A
18. Bagaimana anda menyakinkan para petani agar mau menjadi anggota P3A.
19. Macam tanah apa saja yang anda dapati di daerah rawa?
20. Bagaimana cara terbentuknya tanah di daerah rawa.
21. Masalah apa saja yang dapat ditimbulkan oleh tanah di daerah tersebut sesudah di reklamasi?
22. Bagaimana cara memecahkan masalah tanah di daerah tersebut?
23. Tanaman apa saja yang dapat anda usahakan ditanah semacam daerah rawa tersebut?

Contoh Jawaban singkat

1. Apa manfaat lahan rawa?
 - Meningkatkan hasil pangan
 - Meratakan penyebaran penduduk
 - Mempercepat pembangunan daerah
 - Membangun pusat ekonomi/pertumbuhan baru
2. Sebutkan beberapa faktor yang ikut menentukan penggunaan air tanah.
 - Permukaan air sungai
 - Masuknya air payau/air asin
 - Iklim
 - Jenis tanah
3. Ada berapa macam bangunan di lahan rawa, sebutkan.
 - Jalur transportasi
 - Saluran irigasi/pemberi
 - Saluran drainase/pembuang/pencuci
 - Bangunan pendali/Pintu-pintu air
 - Tanggul dan galangan
 - Jembatan, gorong-gorong, dermaga, dll
4. Sebutkan 4 jenis tanah di daerah rawa.
 - Jenis pertama, Tanah yang lebih rendah dari muka air pasang, cocok untuk tanaman padi.
 - Jenis kedua, Muka tanah lebih tinggi dari muka air pasang, tetapi lebih rendah dari muka air pasang tertinggi, tergantung pada hujan sehingga yang cocok padi tadah hujan, kemarau ditanami palawija.
 - Jenis ketiga, tanah kering dan adanya air tanah kurang dari 50 cm dari permukaan tanah; cocok ditanami palawija, nanas, tebu.
 - Jenis keempat, tanah kering dan air tanah lebih dari 50 cm dari permukaan tanah. Cocok untuk ditanami pepohonan, termasuk tanaman keras, seperti jeruk, mangga, dan sebagainya.
5. Ada berapa cara memelihara jaringan, sebutkan.
 - Pemeliharaan rutin, sehari-hari

- Pemeliharaan berkala, yaitu kegiatan memperbaiki kerusakan jaringan
 - Perbaikan insitendil, pemeliharaan yang dilakukan sekali saja tanpa direncanakan, tapi tidak dapat ditangguhkan sampai msa pemeliharaan berikutnya.
 - Pemeliharaan darurat, pemeliharaan yang harus segera dilaksanakan, misalnya bobolnya tanggul.
6. Jelaskan fungsi P3A untuk pemeliharaan jaringan
- Fungsi tunggal yaitu mengelola air saja
 - Fungsi ganda, yaitu mengelola air dan mengelola pertanian.
7. Buat daftar masalah di daerah reklamasi rawa.
- Pengelolaan air (perlu latihan petugas lapangan)
 - Pemeliharaan jaringan(biasanya biaya kurang, peralatan kurang, administrasi jelek, ahli teknik dan operator kurang,dsb)
 - Organisasi petani (biasanya organisasi petani masih lemah)
8. Apa tujuan dibuatnya rencana tata tanam dan pengendalian air?
- Adalah untuk menyesuaikan pengendalian air di tingkat jaringan dengan kebutuhan air di sawah.
9. Apa yang harus dirinci di dalam rencana tata tanam tersebut?
- Luas tiap jenis tanaman
 - Masa tanam dan masa panen
 - Masa pengawetan air
 - Masa drainase
 - Pemberian air irigasi
 - Pengendalian air lainnya
 - Tinggi muka air disaluran.

- Contoh rencana pengendalian air:

Periode	Kegiatan	Tanaman
Oktober-Desember	Pengawet air	Padi rendengan
Januari – April	Pengeringan	Padi rendengan
Mei - September	Pengawetan air	Palawija

Selama periode pengawetan air, semua bangunan pengendali tersier dan sekunder akan ditutup, kecuali jika turun hujan yang luar biasa derasnya

10. Sebutkan kegiatan-kegiatan terpenting dalam pengendalian air di jaringan.

- Saluran navigasi dan saluran utama, air pasang-surut bebas masuk; yang akan datang perlu dibangun bangunan pengendali
- Saluran sekunder, telah banyak dibangun pintu-pintu pengendali air di petak sekunder, dan untuk mencegahnya masuknya air asin.
- Sebagian besar saluran tersier sudah dilengkapi dengan bangunan pengendali misalnya skot blok, untuk dapat mengatur/menyesuaikan muka air di saluran tersier dan tinggi muka air tanah disawah. Bangunan ini dioperasikan oleh P3A
- Tingkat sawah, air sawah perlu dikendalikan sehingga tanah rawa dapat dimanfaatkan untuk pertanian. Dan menjadi tugas petani.

11. Sebutkan faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam membuat rencana tata tanam.

12. Sebutkan kegiatan-kegiatan terpenting dalam pengendalian air di petak tersier.

- Memberikan air dalam jumlah yang cukup
- Membuang kelebihan air
- Menghilangkan zat asam dan zat-zat lain yang membahayakan tanaman
- Mencegah menyusutnya tanah secara berlebihan
- Mencegah masuknya air asin kedalam saluran

13. Sebutkan organisasi-organisasi yang terlibat dalam pengelolaan jaringan irigasi dan pembuang.

14. Sebutkan tanggungjawab masing-masing organisasi dalam pengelolaan jaringan irigasi dan pembuang.

15. Jelaskan struktur organisasi di berbagai tingkat.

16. Jelaskan bagaimana organisasi-organisasi pengelolaan jaringan irigasi dan pembuang tersebut mengkoordinasi kegiatan-kegiatan mereka di berbagai tingkat.

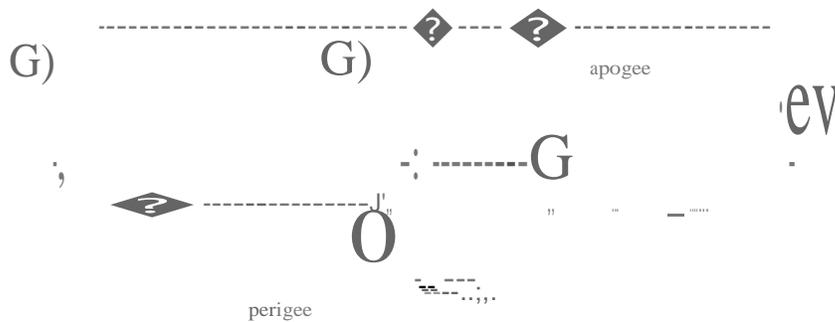
17. Sebutkan tugas-tugas utama P3A
18. Bagaimana anda menyakinkan para petani agar mau menjadi anggota P3A.
19. Macam tanah apa saja yang anda dapati di daerah rawa?
20. Bagaimana cara terbentuknya tanah di daerah rawa.
- Tanaman yang ada di rawa antara lain gelagah, rumput, belukar, dan pohon yang suka air, seiring dengan waktu tanaman mati jatuh ke air dan tumbuh tanaman baru dan mati demikian seterusnya lapisan tanaman yang mati atau bahan organik ini berlapis-lapis dengan ketebalan yang tergantung pada tempat dan waktu, bisa sampai 10m atau lebih. tanah organik ini disebut dengan tanah gambut/peat atau "muck"(tanah campuran tanah liat, lumpur, dan tanaman mati berwarna gelap)
 - "muck" terbentuk di dataran rendah dengan supply air berlumpur dan lebih subur daripada gambut.
 - Tanah liat, pasir, lumpur dibawa air sungai kelaut dan dinamakan bahan endapan/sedimen. Endapan adalah pasir, lumpur, tanah liat dan bahan lainnya yang dibawa aliran sungai.
 - Pirit adalah senyawa kimia yang terdapat di tanah liat dekat laut. Bertemu dengan udara akan berubah menjadi senyawa beracun yang merugikan bagi tanaman.
21. Masalah apa saja yang dapat ditimbulkan oleh tanah di daerah tersebut sesudah di reklamasi?
- Tanah asam sulfat
 - Tanah salin
 - Tanah gambut
 - Subsidence
22. Bagaimana cara memecahkan masalah tanah di daerah tersebut?
- Tanah gambut harus diusahakan agar tetap basah untuk mencegah penyusutan

- Tanah asam sulfat potensial dicegah dengan drainase yang tidak berlebih.; dapat dibantu dengan pemberian pupuk fospat dan pemberian kapur.
 - Pencucian(leaching), penggenangan bero(flood fallow), bertanam sistem surjan, pemberian pupuk amonium sulfat akan memperbaiki tanah asin.
23. Tanaman apa saja yang dapat anda usahakan ditanah semacam daerah rawa tersebut?
- Sago(pantai taut, muara sungai,di irian jaya berhasil 8 ton/ha)
 - Bakau(dapat tumbuh di tanah potensial sulfat masam)
 - Palm nipah(potensi produksi 15 ton/ha)
 - Padi(dapat produksi 5 ton/ha)
 - Kelapa(Toleran terhadap kadar garam)
 - Talas(dapat produksi 25 ton/ha umbi).

BAB2
PENYEGARAN IRIGASI PASANG SURUT

2.1. Pasang Surut

Rekayasa pengembangan kawasan di daerah pantai, reklamasi lahan pasang surut, reklamasi daerah delta dan perencanaan pelabuhan, pengetahuan tentang pasang surut sangatlah penting. Pasang surut terutama terjadi karena gaya tarik bulan, matahari, dan planet-planet lainnya. Pengaruh gaya gravitasi yang berbeda-beda dapat diprediksi dengan tepat karena gerakan rotasi dan revolusi bumi, bulan, matahari, dan planet-planet lainnya berlangsung dengan keteraturan yang sangat tinggi. Periode pasang surut setiap hari terutama ditentukan oleh rotasi bumi yang berperiode 24 jam. Dalam waktu bersamaan bulan mengelilingi bumi (ber-revolusi) kurang lebih sekali dalam 28 hari. Dengan demikian suatu titik di bumi akan menghadap ke bulan sekali dalam 24 jam 51 menit, selisih waktu 51 menit menyebabkan besar gaya tarik bulan bergeser terlambat 51 menit dari air tinggi yang ditimbulkan oleh gaya tarik matahari. Bidang dimana bumi berotasi mengelilingi matahari disebut bidang eliptis, sudut inklinasi bumi terhadap bidang eliptis ini sebesar $66,5^\circ$, sedangkan sudut inklinasi bulan terhadap rotasi bumi adalah $5^\circ 9'$. Posisi bulan dengan jarak terdekat terhadap bumi disebut perigee dan jarak terjauh disebut apogee. Kondisi pasang akan terjadi pada saat perigee, sebaliknya kondisi surut terjadi pada saat apogee.



Perbandingan faktor pengaruh bulan dan matahari, terhadap permukaan taut di bumi sesuai dengan gaya-gaya yang bekerja satu sama lainnya, secara teoritis dengan beberapa anggapan antara lain kedalaman air pada muka bumi homogen, mengabaikan geseran, viskositas, dan beberapa asumsi merata, maka bila: m_1 =massa bumi = $4,1 \cdot 10^{23}$ slugs; m_2 =massa bulan = 0,0125 m_1 ; m_3 =massa matahari = 319,500 m_1 ; d =diameter bumi = 7.926mi; L_1 = jarak bumi-bulan = 30d; L_2 =jarak bumi-matahari = 11.600d; Perbandingan tersebut adalah:

$$\frac{\text{GayatarikbulanIbumi}}{\text{GayatarikmatahariIbumi}} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1 \cdot m_2}{L_1^2} : \frac{m_1 \cdot m_3}{L_2^2} = \frac{2,26}{1}$$

Menurut perhitungan yang lebih teliti nilai perbandingan tersebut adalah 2,34: 1 (atau 2,5: 1, Darmanto 1988). Hukum gaya tarik tersebut mengikuti hukum gaya tarik yang oleh Newton (1687) dinyatakan sebagai berikut:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{x^2} \quad (1)$$

dengan:

F = gaya tarik-menarik (Newton)

G = konstanta gravitasi ($67 \times 10^{-12} \text{ m}^3 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-2}$).

m_1, m_2 = massa benda 1 dan 2 (kg)

x = jarak antara kedua benda (m)

Bila suatu benda dipermukaan bumi dengan massa m , maka jarak benda tersebut ke pusat bumi adalah sama dengan jejari bumi $r = 6,23 \times 10^6 \text{ m}$. Besarnya gaya tarik bumi yang terasa sebagai berat benda adalah (Nizam, 1994):

$$F = mg = G \frac{mm}{r^2} \quad G = \frac{F \cdot r^2}{m^2} \quad (2)$$

Massa bumi 5.98×10^{24} kg.

Massa bulan 0.0123 kali massa bumi ($m_m = M_{xm}$), jarak pusat bumi-pusat bulan adalah 63.3 kali jejari bumi ($r_{ml} = K r_e$). Dengan demikian gaya tarik-menarik yang terjadi antara dua benda angkasa tersebut adalah:

$$F = \frac{G m_m m_e}{r^2} = \frac{g M m_e}{K^2} \quad (3)$$

Gaya tarik-menarik tersebut mengikat sistem massa bumi-bulan sehingga merupakan dua massa yang berputar mengelilingi satu pons bersama. Karena perimbangan massa dan jarak bumi-bulan, perputaran sistem bumi-bulan mempunyai periode 27,32 hari. Akibat perputaran tersebut timbul gaya sentrifugal pada kedua massa tersebut. Gaya sentrifugal pada sistem dua massa tersebut sama di semua tempat. Sedangkan gaya tarik-menarik tidak sama di semua tempat. Karena gaya tarik-menarik berbanding terbalik dengan jarak, maka pada permukaan bumi yang menghadap bulan mengalami gaya tarik-menarik terbesar, sebaliknya permukaan bumi yang membelakangi bulan mengalami gaya tarik-menarik terkecil. Akibat dari perbedaan gaya tarik tersebut maka resultante gaya-gaya dipermukaan bumi yang disebut gaya traktif (*tractive force*) dapat dihitung melalui penjumlahan vektor gaya tarik dan gaya sentrifugal. Setelah disederhanakan bentuknya adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{3}{2} \frac{g}{K^3} M \sin 2\phi \quad (4)$$

Dengan ϕ adalah lintang posisi tempat di bumi. Nilai F ini sangat kecil seperti terlihat dalam table.2.1. berikut (untuk $\phi = \pm n/4$).

Tabel.2.1.

	Bulan	Matahari
M	0.0123	333.000
K	60,3	23.500
$3gM/(2K^3)$	$0,82 \times 10^{-6} \text{ m/s}^2$	$0,38 \times 10^{-6} \text{ m/s}^2$

2.2. Pengembangan Teknologi Budidaya

Pengembangan budidaya padi terutama ditujukan untuk meningkatkan intensitas pertanaman khususnya pada lahan-lahan sawah beririgasi seperti pengembangan penggunaan varietas genjah yang dibarengi dengan percepatan pengolahan tanam pada percepatan proses dengan menggunakan peralatan mekanisasi. Peluang untuk ini tampak masih terbuka lebar, bila diperhatikan sawah irigasi yang ditanami padi hanya satu kali setahun yang jumlahnya lebih dari satu juta hektar setiap tahun (BPS Pertanian, 1989). Pengembangan lahan sawah tadah hujan dengan pompanisasi, embung-embung dan sebagainya, maka diharapkan lahan-lahan tadi dapat melaksanakan tanam dua kali setahun, sehingga luas lahan tadah hujan dapat dikembangkan menjadi lahan sawah ber-irigasi yang pada gilirannya dapat menambah luas tanaman padi. Upaya peningkatan pemanfaatan lahan sawah pasang surut dilakukan melalui pengembangan struktur ataupun jaringan pengendalian air, agar dapat ditanami padi dua kali setahun, pada gilirannya akan dapat meningkatkan luas lahan sawah yang dapat ditanami dua kali tanam setahun. Dalam menetapkan target pencetakan sawah patut memperhatikan produktivitas yang rendah diluar Jawa, untuk itu digunakan faktor koreksi dengan indeks produktifitas sebesar 0,75, baik untuk sawah irigasi maupun sawah pasang surut. Sedangkan untuk intensitas pertanaman digunakan indeks pertanaman 1,75 bagi sawah irigasi dan 1,30 bagi sawah pasang surut.

2.3. Penyegaran Latar Belakang Irigasi

Banyak faktor dan bersifat kompleks mempengaruhi imbangan antara produksi pangan dan jumlah penduduk di Indonesia. Pertambahan jumlah penduduk yang cepat harus diimbangi dengan dengan pertambahan produksi pangan yang cepat pula. Untuk memacu laju pertumbuhan produksi pangan, dapat dilakukan dengan ekstensifikasi, intensifikasi, dan pelestarian usaha-usaha produksi pangan yang sudah ada, baik usaha ekstensifikasi, intensifikasi, maupun usaha pelestarian, semuanya tidak lepas dari permasalahan penyediaan air irigasi dan pemberian air, jadi tidak lepas dari masalah teknik irigasi. Para ahli irigasi telah menyadari bahwa pada sebagian besar lahan yang cocok untuk pertanian telah dikembangkan, namun terdapat jutaan hektar lahan pertanian yang teknik

pemberian air dalam arti operasi bangunan pengatur aliran air dalam saluran belum optimal, atau dengan kata lain memiliki efisiensi rendah. Usaha meningkatkan efisiensi manajemen irigasi masih dapat dilakukan pada sebagian besar lahan ber-irigasi, diantaranya dibutuhkan pemahaman teknik pemberian air irigasi dan atau drainasi secara tepat. Suatu hal yang amat penting pada teknik irigasi adalah memberi jawab atas pertanyaan, Bagaimana menyediakan air, memberikan air, dan atau mematuskan air secara efektif dan efisien? Jawaban terhadap pertanyaan diatas tentu tidak sederhana, karena banyak faktor yang mempengaruhi cara penyediaan dan pemberian air maupun pematuan secara efektif dan efisien. Sederet panjang faktor-faktor tersebut dapat diutarakan. Sebagai contoh adalah faktor kondisi tanah pertanian, faktor tanaman, faktor iklim setempat termasuk pula watak kejadian hujan, faktor topografi tanah, dan faktor faktor yang bukan sernata-mata teknis misalnya faktor ekonomi, faktor sosial dan budaya. Faktor sosial misalnya menyangkut kemampuan adopsi tehnologi pemberian air oleh petani, dan faktor budaya misalnya menyangkut sifat-sifat petani terhadap inovasi tehnologi pemberian air.

2.4. Periode Pasang Surut, Rotasi Bumi, dan Revolusi Bulan

Bumi berputar (berotasi) pada porosnya dengan periode 24 jam. Poros putar bumi tersebut membentuk sudut yang besarnya rerata $23,5^\circ$ terhadap garis yang menghubungkan bumi-bulan maupun bumi-matahari. Konsekuensinya adalah apabila ditinjau dua tempat di bumi diperoleh keadaan sebagai berikut:

- a. poros rotasi tegak-lurus garis penghubung bumi-bulan. Maka teramati dua kali pasang dan dua kali surut dalam sehari. Keadaan semacam ini disebut *semi-diurnal tide (pasang ganda harian)* .
- b. poros rotasi menyerong (membentuk sudut tidak tegak-lurus) terhadap garis bumi-bulan. Maka akan didapatkan satu kali air pasang dan satu kali air surut dalam sehari. Keadaan ini disebut *diurnal tide (pasang tunggal harian)*.

Dalam kenyataan dilapangan, yang terjadi biasanya merupakan gabungan antara *semi-diurnal tide (pasang ganda harian)* dan *diurnal tide (pasang tunggal harian)*. Oleh sebab itu kalau melakukan pencatatan tluktuasi muka air di taut atau

muara sungai, bentuk gelombang yang tercatat dari hari ke hari tidak persis sama. Perbedaan ini dikenal sebagai *daily inequalities*.

Pengaruh matahari meskipun gaya tariknya hanya sepamh dari gaya tarik bulan, pengaruhnya tidak boleh diabaikan. Sebagaimna dipahami bulan mengelilingi bumi dengan periode sekitar 29,5 hari. Pada saat kedudukan bulan-bumi-matahari segaris, maka gaya pasang-surut oleh matahari dan bulan saling menguatkan. Pada saat itu terjadi *spring tide*. Sedangkan apabila bulan-bumi-matahari membentuk sudut 90° , maka pasang-surut yang terjadi minimum (*neap tide*). Kedua keadaan tersebut berselang sekitar 7 hari, sesuai dengan revolusi bulan. Karena pengaruh kelembaman massa air, maka *spring dan neap tide* tersebut terjadi antara satu hingga tiga hari setelah keadaan ekstrim tersebut terjadi.

2.5. Komponen Pasang Surut

Dua periode utama pasang surut, yaitu 12 jam-an dan 24 jam-an. Selain itu masih ada periode lain yang disebabkan oleh perubahan kedudukan bulan dalam sistem bulan-bumi, serta yang disebabkan oleh perubahan kedudukan bumi terhadap matahari. Seluruhnya ada lebih dari 200 komponen periodik pasang•surut. Empat komponen utama yang paling berpengaruh dalam analisis pasang surut adalah terdapat dalam Tabel.2.2. berikut:

Tabel.2.2. Empat Komponen Utama Pasang Surut

Lambang	Komponen	Frekuensi (deraiad/hari)	Periode (iarn)
M2	Main Lunar Tide	28,9841	12,42
S2	Main Solar Tide	30,0000	12,00
K1	Sun/Moon Declination Tide	15,04107	23,93
O1	Moon Declination Tide	13,94303	25,82

Sekurang-kurangnya analisis pasang-surut didasarkan pada 4 komponen tersebut. Secara umum dipakai 25 komponen, dan pada analisis yang teliti dipakai sampai dengan 200 komponen.

Untuk mencirikan keadaan pasang surut dapat digunakan perbandingan-

perbandingan berikut: $RI = \frac{M2}{S2}$

ilai RI antara 0,9 sampai 2,0 (secara teoritis harusnya 2,16). RI ini menggambarkan perbandingan antara pengaruh bulan dan pengaruh matahari di suatu tempat. Selain itu perbandingan ini menggambarkan variasi kisaran dari *neap tide ke spring tide* untuk pasang ganda harian (*semi diurnal tide*). Kisaran pasang dari *neap tide ke spring tide* secara lebih baik digambarkan oleh perbandingan berikut:

$$RS = \frac{M2 - S2}{M2 + S2} \quad (\text{kisaran neap} = \text{R5xl' aran spr' in})$$

Untuk pasang tunggal harian perbandingan berikut:

$$RI = \frac{O1}{M2}$$

R7 ini menunjukkan perbandingan dua komponen utama pasang tunggal harian, dan menggambarkan kisaran *neap tide ke spring tide untuk diurnal tide*. Untuk mengelompokkan apakah suatu daerah berciri *semi-diurnal a/au diurnal* dapat digunakan perbandingan berikut ini:

$$R_3 = \frac{K1 + O1}{M2 + S2}$$

dengan klasifikasi sebagai berikut

SD – *semi-diurnal* $0 < R_3 < 0,25$

ST – *semi diurnal with significant diurnal inequalities* $0,25 < R_3 < 1,5$

M – *mixed* $1,5 < R_3 < 3$

D – *diurnal* $R_3 > 3$

Beberapa istilah-istilah tarafmuka air sebagai berikut:

$MSR(\text{Mean Spring Range of the Semi-Diurnal Tide}) = 2 (M_2 + S_2)$

$MDR(\text{Mean Spring Range of the Diurnal Tide}) = 2 (K_1 + O_1)$

$R_6 (\text{Tide Level Classification Index}) = MSR + MDR$

R_6 merupakan index untuk mengklasifikasikan apakah suatu daerah pasang surutnya signifikan atau tidak. Umumnya dipakai klasifikasi berikut:

Tideless $R_6 < 0,9 \text{ I (m)}$

Micro tidal $0,91 < R_6 < 2,13 \text{ (m)}$

Meso tidal $2,13 < R_6 < 4,27 \text{ (m)}$

Macro tidal $4,27 < R_6$

Defont (1938) membagi pasang surut menjadi 4 jenis berdasarkan besarnya angka bentuk (*form number*), yaitu perbandingan antara jumlah amplitudo komponen K_1 dan O_1 dengan jumlah amplitudo komponen M_2 dan S_2 , yang dinyatakan dalam persamaan (Suhardjono, 1997):

$$F = \frac{Z_{(K_1)} + Z_{(O_1)}}{Z_{(M_2)} + Z_{(S_2)}}$$

Gambar 2-6 menunjukkan macam pasang surut, yang didasarkan pada kriteria angka bentuk berdasarkan komponen pasang surut dalam tabel.2.3. sebagai berikut:

Tabel 23. Komponen-komponen Utama Pasang surut

Komponen	Simbol	Periode (jari)	Kec.Sudut (°/jari)	Ket.
Utalla Bulan	M2	12,4106	28,9841	
Utalla Matahari	S2	12,0000	30,0000	
Bulan, sehubungan variasi jarak bumi-bulan	N2	12,6582	28,4397	
Matahari-Bulan, sehubungan perubahan deklinasi Bulan-Matahari dan pergeseran perigee	K2	11,9673	30,0821	
Bulan-Matahari dan pergeseran perigee	V2	12,6258	28,5126	Selli diurnal
Bulan-Matahari	μ 2	12,8719	27,9782	
Utalla Eliptis bulan	L2	12,1918	29,5285	
Matahari	T2	12,0164	29,9590	
Utalla Eliptis bulan	2N2	12,9055	27,8954	
Bulan-Matahari dan pergeseran perigee	V2	12,2216	29,4556	
Matahari-Bulan	K1	23,9346	15,0411	
Utalla Bulan	O1	25,8194	13,9430	
Utalla Matahari	PI	24,0658	14,9589	
Eliptis bulan dan pergeseran perigee	QI	26,8677	13,3987	Diurnal
Bulan, akibat peredaran bumi dan perigee	MI	24,8327	14,4967	
Matahari dan pergeseran perigee bulan	JI	23,0991	15,5854	
Matahari	ϕ I	23,8048	15,1232	
Bulan akibat peredarannya	Mf	327,8689	1,0980	
Matahari-Bulan	Msf	354,3307	1,0159	
Bulan, akibat pergeseran	Mm	649,8195	0,5444	Periode panjang
Matahari	Ssa	4390,2439	0,0821	
Matahari	Sa	8780,4878	0,0411	
Utalla Bulan	M4	6,2103	57,9682	Perairan
Marahari-Bulan	MS4	6,1033	59,9841	danakal

Defant (1938) membagi pasang surut menjadi 4 jenis berdasarkan besarnya angka bentuk (*form number*) sebagai berikut:

$F < 0,25$: Pasang harian ganda (semi diurnal). Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut, dengan ketinggian hampir sama.

$0,25 < F < 1,5$: Campuran, terutama semi diurnal. Dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut dengan ketinggian berbeda.

$1,5 < F < 3,0$: Campuran, terutama diurnal. Dalam 1 hari terjadi 1 kali air pasang dan 1 kali air surut. Kadang-kadang terjadi 2 kali air pasang dalam 1 hari dengan perbedaan yang besar pada tinggi dan waktu.

$F > 3,0$: Pasang harian tunggal (diurnal). Dalam 1 hari terjadi 1 kali air pasang dan 1 kali air surut.

Sebagai contoh pada Gambar 2-9., komponen pasang surut $Z(KI) = 0,72$, $Z(OI) = 0,51$, $Z(M2) = 0,28$ dan $Z(S2) = 0,16$, sehingga didapat angka $F=2,9$. Berarti pasang surut tersebut termasuk jenis campuran, terutama diurnal (*mixed, predominantly diurnal tide*), (Kurk C.B., 1983, dalam Suhardjono, 1997).

Penyebab Gerakan Pasang Surut berdasarkan Hukum Newton, dengan memperhatikan posisi Bumi-Bulan-Matahari sebagaimana skema berikut ini:



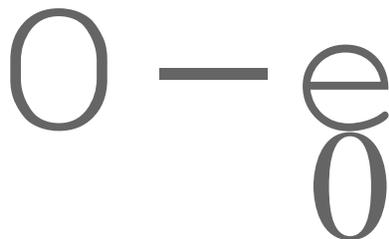
- a. Posisi Matahari-Bulan-Bumi dalam I garis atau disebut bulan gelap sebagai skema berikut, menimbulkan *Spring tide (pasang tinggi)* :



- b. Posisi Matahari-Bulan-Bumi dalam I garis atau disebut bulan penuh sebagai skema berikut, menimbulkan *Spring tide (pasang tinggi)* :



- c. Posisi Matahari-Bulan-Bumi membentuk sudut siku-siku skema berikut menimbulkan *Neap tide (pasang rendah)*



Gambar2-7 Penyebab "SEMI DIUR AL"

Hukum Newton berlaku sebagai penyebab Gerakan Pasang Surut



Gaya tarik: $F = \frac{GMm}{r^2}$

Gaya penggerak pasang

$$y = \frac{3}{2} \frac{r \cdot u \cdot r'}{C^3} \left(\frac{1}{3} - C \cos^2 \alpha \right)$$

dengan :

g = konstanta gravitasi

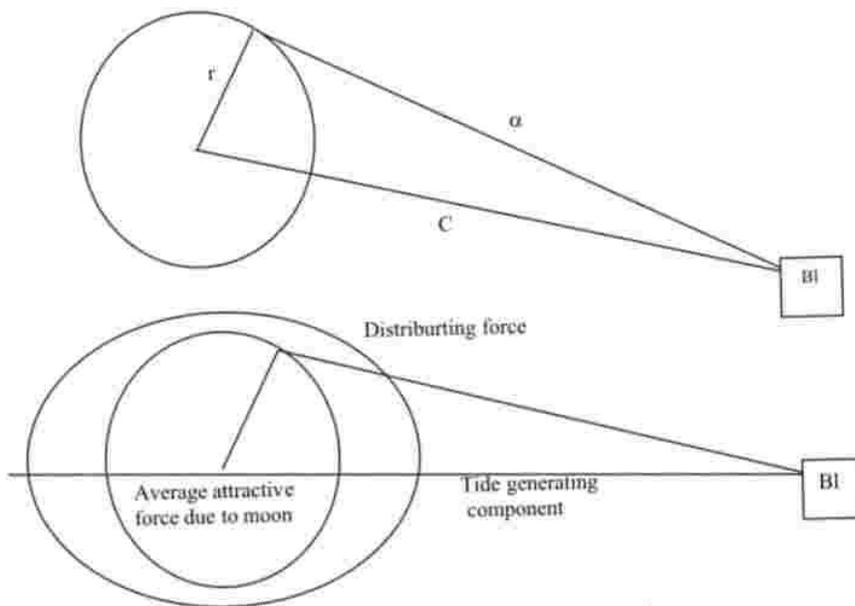
p = massa bulan

y = konstanta gravitasi

C = jarak pusat bumi ke bulan

r = jarak dari pusat bumi ke suatu titik di bumi

α = jarak zenith dari bulan



Gambar 2.8. Penyebab "DIURNAL"

2.6. Analisis Pasang Surut

Analisis pasang surut dengan berdasarkan pada gerakan benda-benda langit saja tidak memberi hasil yang memuaskan. Oleh karena itu analisis harus dilakukan berdasarkan pengukuran lapangan di tempat yang akan dianalisis.

Dasar analisis adalah anggapan bahwa gerakan pasut merupakan gerakan periodik yang dapat ditulis sebagai berikut:

$$h(t) = h_0 + \sum_{j=1}^n \phi_j \cos(\omega_j t - \alpha_j)$$

dengan: $h(t)$ = tinggi muka air pada waktu (t); h_0 = tinggi muka air rerata; ϕ_j = amplitude dari komponen pasut ke- j ; ω_j adalah frekuensi komponen ke- j , dan α_j adalah beda fase komponen ke- j ; ω_j telah diketahui dari periode gerakan benda-benda langit seperti diuraikan diatas, sedang h , dan α_j berbeda dari satu tempat ke tempat lain. Kedua besaran terakhir inilah yang dicari berdasarkan data pengukuran lapangan.

Berbagai cara analisis pasang surut, diantaranya yang umum dipakai adalah:

- a. Cara admiralty,
- b. Cara kuadrat terkecil,
- c. Cara analisis Fourier.

Cara admiralty (lihat Lampiran 2.1. s.d. Lampiran.2.4.) merupakan cara standard yang cukup lama, yang dikembangkan dan digunakan sejak berabad-abad lalu. Hitungannya dilakukan dengan memakai bantuan faktor yang dikenal sebagai faktor Admiralty (sampai sekarang masih dipakai oleh DISHIDROS). Cara kuadrat terkecil cocok untuk aplikasi, dasar teorinya mudah dipahami. Cara analisis Fourier, memerlukan pengetahuan yang agak mendalam tentang deret Fourier dan analisis harmonik.

2.7. Analisis Pasang Surut dengan Metode Kuadrat Terkecil

Analisis pasang surut ditujukan untuk mendapatkan besarnya amplitudo dan beda fase komponen pasang surut disuatu tempat. Metode kuadrat terkecil merupakan salah satu cara statistika (regresi) untuk mendapatkan nilai pendekatan suatu fungsi sehingga kesalahannya minimum. Misalkan dipunyai data hasil pengukuran pasang surut $g(t)$ dari saat t_1 hingga t_2 , dan andaikan fungsi pasang surutnya adalah $h(t)$, dengan parameter-parameter a, b, c, \dots dst. maka kesalahan prakiraan pasang surutnya adalah:

$$t:(t) = h(t) - g(t)$$

Metode kuadrat terkecil mensyaratkan bahwa jumlah (integral) kuadrat kesalahan tersebut berikut ini adalah minimum:

$$F(a, b, c, \dots) = \int_{t_1}^{t_2} [h(t) - g(t)]^2 dt$$

Agar F mempunyai nilai minimum, maka turunan fungsi tersebut terhadap parameter-parameter yang dicari adalah nol, atau:

$$\frac{\partial F}{\partial a} = 0; \frac{\partial F}{\partial b} = 0; \frac{\partial F}{\partial c} = 0; \dots \text{ dst}$$

Dengan demikian akan diperoleh sejumlah persamaan sebanyak bilangan yang tak diketahui sehingga persamaan-persamaan tersebut dapat dipakai untuk mendapatkan besaran-besaran tersebut. Untuk memberikan gambaran yang lebih nyata, ditinjau keadaan hipotetik dimana pasang surut yang terjadi hanya terdiri dari dua komponen sebagai berikut:

$$h(t) = h_1 \cos(m_1 t - \alpha_1) + h_2 \cos(m_2 t - \alpha_2)$$

$$h(t) = h_1 \cos(m_1 t) \cdot \cos \alpha_1 + h_1 \sin(m_1 t) \cdot \sin \alpha_1 + h_2 \cos(m_2 t) \cdot \cos \alpha_2 + h_2 \sin(m_2 t) \cdot \sin \alpha_2$$

Untuk memudahkan penulisan dipakai notasi sebagai berikut:

$$h_1 \cos \alpha_1 = A_1; h_1 \sin \alpha_1 = B_1; h_2 \cos \alpha_2 = A_2; h_2 \sin \alpha_2 = B_2;$$

Sehingga persamaan berubah menjadi:

$$h(t) = A1\cos(m_1 t) + B1\sin(m_1 t) + A2\cos(m_2 t) + B2\sin(m_2 t)$$

Andaikan dilakukan pengukuran pada saat $t_0, t_0+\Delta t, t_0+2\Delta t, \dots, t_0+k\Delta t$, dan untuk pengukuran pada saat $t_0+i\Delta t$ dinyatakan sebagai $g(t)$, maka didapatkan persamaan berikut:

$$F(A1, A2, B1, B2) = \int_{t=0}^k [h(t) - g(t)] \delta t$$

atau

$$F = \int_{t=0}^k [A1\cos m_1 t + B1\sin m_1 t + A2\cos m_2 t + B2\sin m_2 t - g(t)] \delta t$$

Dengan mendiferensialkan persamaan tersebut terhadap $A1, A2, B1, B2$, didapatkan empat persamaan, yang secara umum ditulis dalam bentuk matriks menjadi:

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} A1 \\ B1 \\ A2 \\ B2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b1 \\ b2 \\ b3 \\ b4 \end{pmatrix}$$

dengan demikian maka $A1, A2, B1, B2$ dapat dihitung dari persamaan tersebut. Dengan cara yang sama analisis tersebut dapat dilakukan untuk sejumlah konstanta pasang surut yang diinginkan.

2.8. Interval Sampling dan Waktu Pencatatan

Interval Sampling atau jarak pengambilan sampling taraf muka air dibatasi oleh beberapa faktor. Bila jarak sampling tersebut terlalu pendek, maka gelombang periode pendek akan mempengaruhi hasil analisis, sedangkan apabila jaraknya terlalu panjang, maka resolusi taraf muka air menjadi kasar. Pada umumnya interval pengukuran yang dipakai adalah antara 0,5 hingga 2 jam. Lamanya pengukuran pasut ditentukan oleh banyaknya konstanta pasang surut yang akan dianalisis. Kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan lama waktu pengukuran adalah kriteria Rayleigh. Menurut kriteria Rayleigh, bila dua

gelombang berbeda frekuensinya sebesar t.ro, maka lama pengukuran sekurang-kurangnya adalah

$$P)l:!! \frac{L.OJ}{}$$

dengan kriteria tersebut dapat disusun tabel berikut:

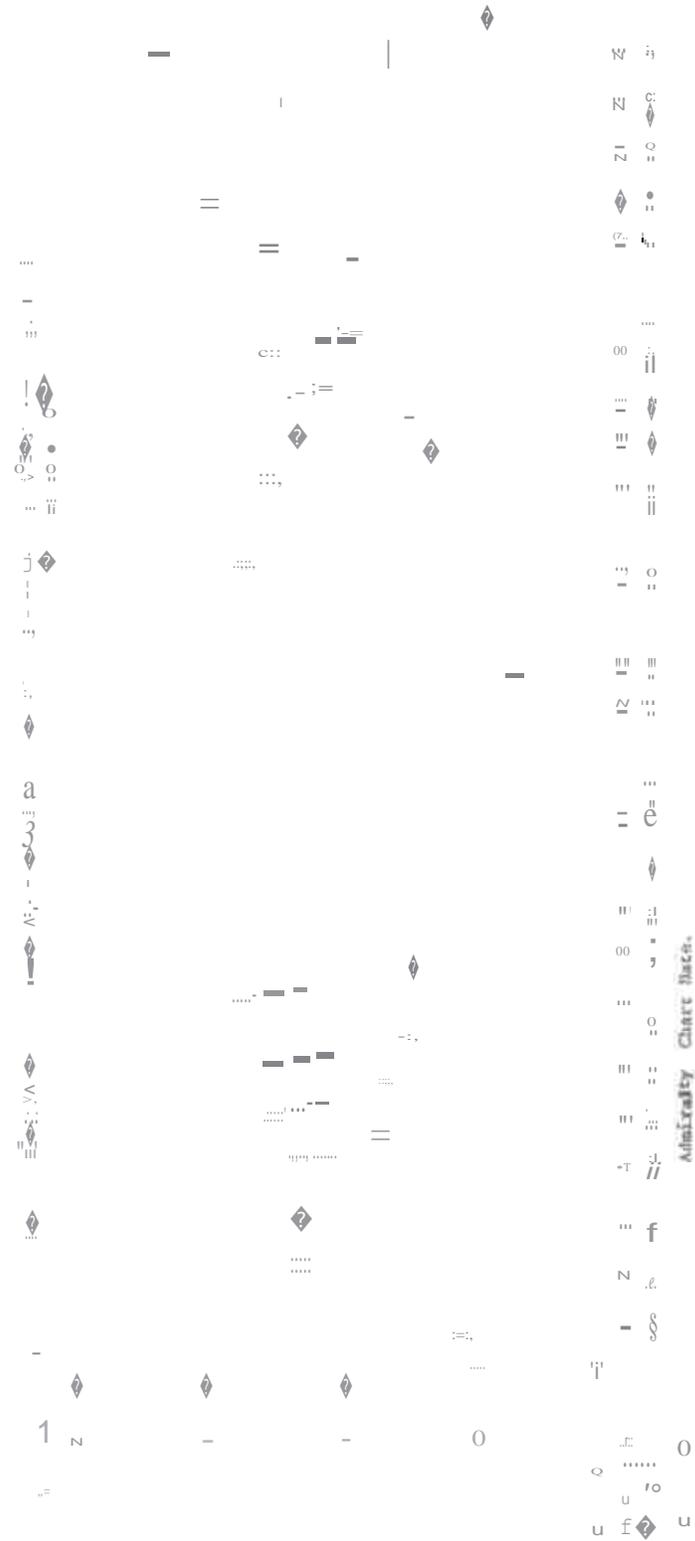
	PI	KI	O1	QI
PI		182,6	14,8	9,6
KI			13,7	9,1
O1				27,6

Dan untuk komponen semi diurnal:

	S2	K1	M2	QI	L2	2MS
S2		182,6	14,8	9,6	31,7	7,4
K2			13,7	9,1	27,1	7,1
M2				27,6	27,6	14,8
N2					13,8	9,6
L2						9,6

Secara umum sekurangnya diperlukan 15 hari untuk membedakan 2 komponen penting M2 dan S2. Sedangkan komponen lainnya berbeda sekitar 29/n hari. Dengan demikian biasanya di saratkan lama pengukuran pasang surut adalah 29 hari. Untuk analisis detail diperlukan data 355 atau 369 hari, bahkan sampai dengan 19,2 tahun.

Lampiran.2.1



Alimulrahman Chart 1984.

948 to 1990

--O--
S r, r, N
S
--O-- S
o s i t

-- ie
--O-- S S
it

i = ig

--O--
" "
" " "

--NN i i

WO X ic

o
u

"
!;
NMN NN -
o
c:
o
CD...O-NCI+
?

?
"
.
i
!"
"

...
"

"
"
"
"
"
"

" O ; i ; I

" i(

o
u

!!t
Z
i
"
"
"
!"
"
"
"

0
Q
g
"
"
"
"
"
"
"
S
S
"

"
"
"
"

"
"
"
"
"
"
"

"
"
"
"

"
"
"
"
"

"
"
"
"

From P. Schurman, Manual of harmonic analysis and prediction of tones U.S. and Geologic

Lampiran.2.3.

-o O ... N	,,, ... O ... -e O ... III ~
III o- e- III O N	o- 0- ... 0- ... O ... III III
III III o- o-	§ o- - III w III ... III III III
- O O - C O	
... III O -e III	... - ... III O III .o ...
o- 0 ~ O 0	N ... III ... O ... III ...
N	... III ... III ... III O
III ... - - -	
o- III III -	... j, j, 0 0 ... III O
- - - III	O O CO III Oo o-
	... ~
e- O O e- O	... N
O o- III ... III	e- .o ... O ... o- ...
o- O ~ o- N	O ... 0 j, j, 0 ... III ...
III O III O	- , N ... N ... N
o- III O III o- N	§- ... III ... N ... III
III O III Oo ... III O ... O N
III O III O	... III ... III ... III
III O III O	
III O III O	III O O ... III ...
III O III O	... 0 0 ... III ...
III O III O	o- III CO ... O .o
III O III O	... ~
III O III O	r- o- .o O ... III
III O III O	
III O III O	O j, j, 0 ... III 0-
III O III O	... III ... N ... III
III O III O	
III O III Oo -D y O O III N
III O III O	... 0- CO O ... III ...
III O III O	... III ... III ... III
III O III O	
III O III O	N ... III O ... III .o

III O e- N ...  ... 

a- III - N ...  ... 

-1 - - O ...  ... 

.o e- ...  ... 

III ...  ... 

...  ... 



 ... 

...

O c  ... 

...  ... 

o o o-
- O

... ..

o- o- o-
N

... ..

... .. 2 0 ... c.

o- o ... ,i ... 0 ,i ... 5 0 ...

o- o- c-
O O - O

... ..

... .. ! ...

o- oo - ...

... ..

... ..

o o .: O

... ..

... ..

... ..

o- e-
o- e-

... .. !

... ..

S ... o- ... N O ... Ji

1986 to 1993

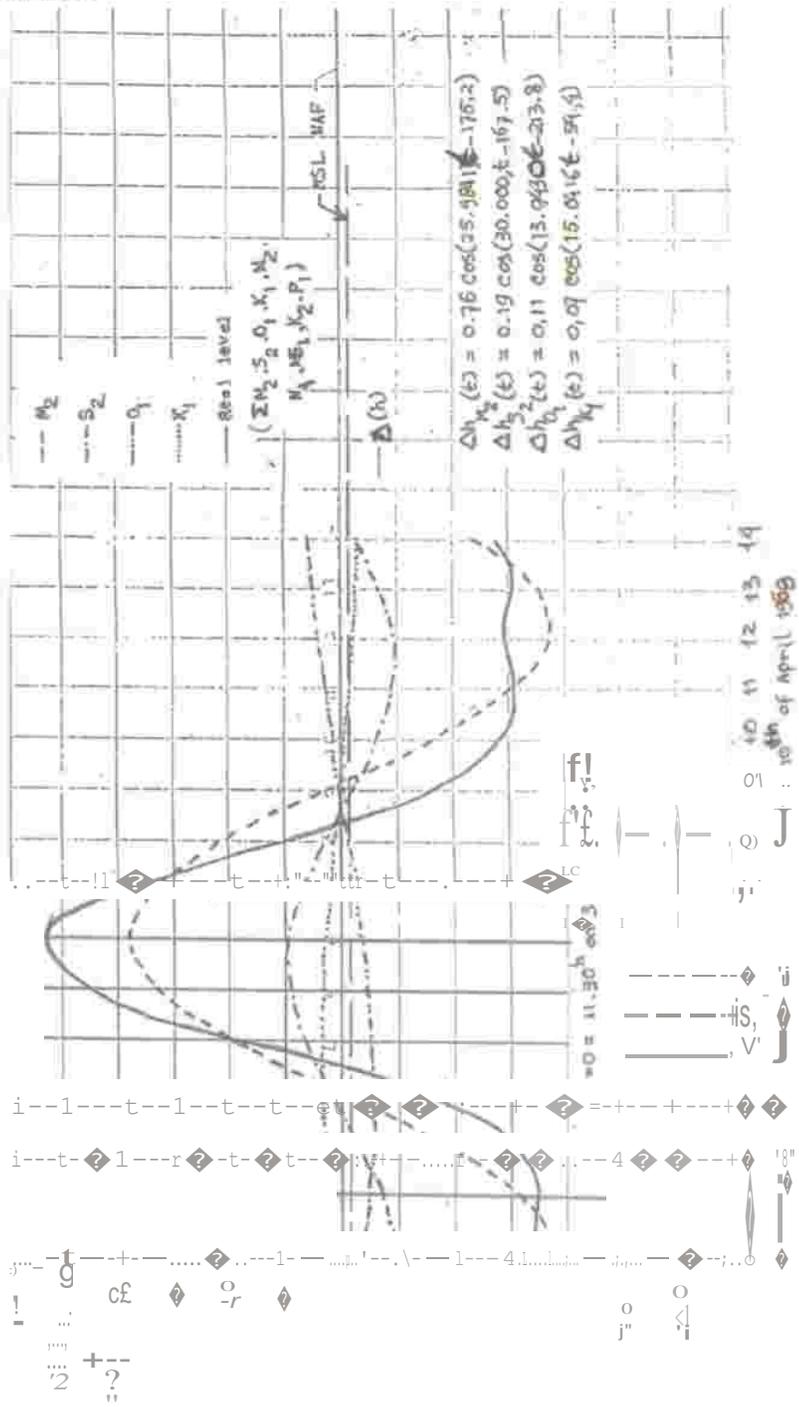
Equilibrium argument V_0

1986	1987	1988
6.9	9.2	11.6

mg of each calender year

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Lampiran 2.4.



BAB3

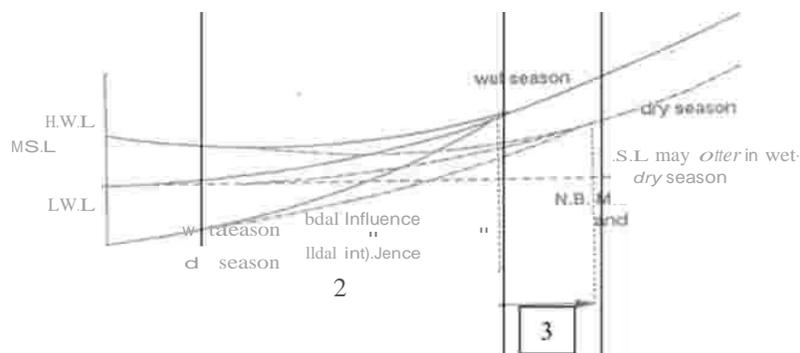
FAKTOR PEMBATAS, KESESUAIAN LAHAN

Keberhasilan pengembangan lahan rawa pasang surut untuk budi daya pertanian terletak pada pengendalian kualitas air, tanah dan pengaruh gerak taraf muka airnya yang dapat menjamin pertumbuhan tanaman, dengan kendala-kendala yang harus diatasi adalah:

3.1. Pengaruh Pasang Surut

Tinggi muka air dan intrusi air asin dari laut ke sungai sangat menentukan tindakan teknis dalam reklamasi rawa, dan potensi pengembangan pertanian. Muka air pasang surut di sungai menentukan kapasitas drainasi dan peluang irigasi pasang surut secara gravitasi pada lahan rawa reklamasi. Pengaruh intrusi air asin akan meniadakan peluang irigasi pasang surut, walaupun muka air pasang surut mempunyai ketinggian yang cukup untuk mengairi lahan secara gravitasi. Pada kawasan lahan yang rendah, pengamanan terhadap resiko tergenang air asin mutlak diperlukan. Selain itu jarak dari lahan ke sungai dan tinggi permukaan tanah relatif terhadap muka air pasang surut di sungai maupun di saluran, banyak berpengaruh pada kondisi hidrologi lahan.

Kawasan lahan dengan bagian sungai yang dipengaruhi oleh gerakan pasang surut digolongkan dalam 3 bagian sebagai berikut (Gambar.3.1.):



Gambar.3.1. Pengaruh Pasang Surut

Ruas 1, bagian dekat laut, tinggi muka air pasang surut sepenuhnya dipengaruhi oleh gerakan muka air laut. Tanpa perbedaan banyak antara musim hujan dan musim kemarau. Intrusi air asin dari laut berlangsung sepanjang waktu, dan air tanah terkontaminasi oleh air asin. Pada umurnya lahan bertanah gambut dangkal dan jarang ditemukan kandungan tanah liat masam yang dangkal.

Ruas 2, ketinggian muka air maksimum tidak banyak berbeda dengan bagian hilirnya. Ketinggian muka air minimum pada musim hujan dipengaruhi oleh debit air dari hulu. Intrusi air asin dialami hanya selama musim kemarau terutama pada periode pasang tinggi.

Ruas 3, tinggi muka air masih dipengaruhi pasang surut khususnya pada musim kemarau, namun umumnya tidak terjadi aliran dua arah. Tinggi muka air maksimum dan minimum dipengaruhi oleh debit aliran dari hulu. Tergantung dari tipe sungainya, kawasan ini umurnya rawan banjir.

Menurut Schophuys (1936, dalam Muhammad Rifuni, 1998) daerah pasang surut adalah daerah yang sistem pengairannya sangat dipengaruhi oleh air pasang surut dan sedikit sekali dipengaruhi oleh air hujan, dan daerah ini hanya kurang lebih 5 Km dari tepi sungai. Hanya karena daerah rawa ini datar maka pengaruh pasang surut dapat terasa sampai beratus kilometer ke arah hulu sungai. Wilayah pasang surut melingkupi bagian dari dataran pesisir dimana genangan dan drainasi lahan ditentukan oleh fluktuasi pasang surut permukaan air sungai. Dalam musim kemarau batas air payau terdapat sekitar 8 Km dari garis pantai. Sedangkan dalam musim hujan batas ini akan bergeser ke arah pantai (van Wijk, 1951, dalam Muhammad Rifani, 1998). Wilayah Kalimantan bagian Selatan yang merupakan Delta Pulau Petak merupakan kawasan rawa dengan rejim air yang sebagian dipengaruhi oleh fluktuasi pasang surut. Fluktuasi ini masih tercatat hingga sejauh 120 Km ke arah hulu sungai besar dan 6-7 Km ke arah pedalaman dari tepi sungai besar itu. Walaupun mempunyai curah hujan berkisar 2000-2500 mm, kawasan ini kadang-kadang mengalami kekeringan. Akibatnya terjadi pengasaman yang hebat

dibagian tengah kawasan itu, sehingga kegiatan pertanian hanya terbatas pada daerah tanggul sungai dan pada daerah yang mendapat pengaruh pasang surut.

3.2. Tanah dan Air

Definisi Inventarisasi Lahan Basah Nasional Amerika Serikat (Cowardin et.al. 1979, dalam Muhammad Rifani, 1998) menyatakan bahwa ekosistem lahan basah antara lain dieirikan oleh keberadaan tanah hidrik (*hydric soils*). Tanah Hidrik adalah tanah yang pada kondisi alaminya berada dalam kondisi anaerob dalam waktu eukup lama yang mendukung pertumbuhan dan regenerasi vegetasi hidrofita, yaitu vegetasi yang seeara khusus beradaptasi dengan kondisi tersebut. Secara garis besar, daerah lahan basah dapat dibedakan menjadi lima satuan fisiografi yaitu: *mudflat, shoreplain, levee, backswamp dan depression* (Muhammad Rifani, 1998), dalam hubungannya dengan jenis tanah pada masing-masing satuan fisiografi dapat dilihat dalam tabel.3.1. berikut:

Tabel 3.1 Hubungan antara satuan fisiografi dan jenis tanah

Satuan	Jenis Tanah		
Fisiografi	Soil Taxonomy USDA	Sistem FAO	Puslittanak Bogar
Mudflat	(Halie Sulfie) Hydraquent	Thionie Fluvisol	Gley Humus
Shoreplain	(Halie) Sulfaquent	Thionie Fluvisol	Gley Humus
Levee	(Halie) Sulfaquent Aquic Tropafluet	Thionic Fluvisol	Gley Humus
Backswamp	Typie Sulfaquent (Histic Sulfic) Tropaquent	Thionie Fluvisol Thionic Fluvisol	Gley Humus Gley Humus
Depression	Terrie Sulfihemist Terrie Tropohemist Typic Tropohemist	Histosol Histosol Histosol	Garnbut Gambut Garnbut

Sumber: Muhammad Rifani, 1998

Tanah Mineral (tanah alluvial), tanah ini terbentuk dari endapan sungai (*fluvial sediment*), endapan laut (*marine sediment*) atau campuran keduanya (*fluvial-marine sediment*). Umurnya terdiri dari butir-butir halus. Kadang-kadang berupa pasir, antara lain pasir kuarsa. Pada tanah mineral mungkin terdapat pirit (FeS_2 = besi sulfida) jika pada waktu pembentukan lahan ini tersedia bahan dan kondisi yang mendukung (Anonim, 1997, dalam Muhammad Rifani, 1998). Berdasarkan keberadaan dan kedalaman lapisan yang mengandung pirit, tanah mineral dibedakan atas:

Tanah potensial, pada lahan ini umurnya pengaruh langsung dari pasang surut air laut sudah berkurang. Lahan ini antara lain dicirikan oleh tanah liat rawa dan tidak, atau hanya sedikit mengandung pirit (FeS_2), kandungan N, P tersedia rendah, dan pH (3,5 - 5,5). Lahan ini mencakupi tanah-tanah *fluvaquents, tropofluvents, dan tropaquents* (Widjaja-Ahdi, 1992, dalam Muhammad Rifani, 1998). Lahan ini berpotensi paling baik sebagai lahan pertanian. Penanaman padi banyak dilakukan karena memiliki kendala agrofisik paling sedikit dibandingkan tipe lahan lain. Pola tanam yang dapat diterapkan antara lain: Padi(unggul)-Padi(unggul), maupun Padi(unggul)-Padi (lokal).

Tanah sulfat masam, umumnya terletak dekat muara sungai, sehingga kadang-kadang pada waktu air pasang permukaan tanahnya tergenang air. Ciri-cirinya: kemasaman tanah tinggi (pH rendah), ketersediaan hara rendah, terdapat lapisan pirit (FeS_2) yang bila teroksidasi akan melepaskan asam sulfat yang menyebabkan tanah semakin masam. Tipe lahan ini cocok untuk persawahan, tetapi untuk mendapatkan produksi yang tinggi perlu perbaikan varietas dan perbaikan teknik pengelolaaannya. Berdasarkan kandungan pirit dan kedalamannya, tanah sulfat masam dibedakan atas: Tanah sulfat masam potensial (bila lapisan pirit terdapat pada kedalaman > 50 Cm dengan pH 3,5). Dan Tanah sulfat masam aktual (bila lapisan pirit terdapat pada kedalaman < 50 Cm dimana piritnya teroksidasi yang menyebabkan pH < 3,5).

Tanah organik. Tanah gambut terbentuk dari bahan organik yang menumpuk dalam jangka waktu sangat lama dan dalam keadaan lahan yang tergenang.

Umumnya lapisan tanah gambut terletak diatas lapisan tanah mineral, sehingga mungkin saja di bawah tanah gambut terdapat pirit atau pasir kuarsa. Ciri umum lahan gambut/bergambut adalah drainasi kurang sempurna, persentase gambut tinggi dengan ketebalan lapisan gambutnya >50 cm, dan masam. Tanah gambut mengandung sekurang-kurangnya 18% C-Organik, tergantung pada kandungan liat fraksi mineralnya. Berdasarkan ketebalannya tanah gambut dibedakan atas:

Tanah bergambut (*peat soils*), jika lapisan gambutnya lebih tipis dari 0,5m; 0,4m jika berat jenis-nya lebih besar dari 0,1 g/cm³ dan 0,6m jika berat jenis-nya lebih kecil 0,1 g/cm³.

Tanah gambut dangkal, tebal lapisan gambut antara 50-100 cm

Tanah gambut sedang, tebal lapisan gambut antara 100-200 cm.

Tanah gambut dalam, tebal lapisan gambutnya lebih dari 200-300 cm.

Tanah gambut sangat dalam, tebal lapisan gambutnya > 300 cm

Berdasarkan tingkat kematangannya: Gambut fibrik (gambut agak matang, tingkat pelapukannya rendah); Gambut Hemik (gambut matang); Gambut Saprik (gambut sangat matang, gambut yang paling terlapuk).

Menurut Moorman dan Breemen (1978) (Muhammad Rifani, 1998) lahan gambut yang layak digunakan untuk bercocok tanam padi biasanya dicirikan oleh keberadaan:

- lapisan atas yang bercampur dengan tanah mineral setebal 20 Cm, seperti sering dijumpai pada tepi-tepi lahan gambut yang ditutupi endapan baru dari sungai.
- lapisan organik dangkal dengan lapisan bawah (sub-soil) berada pada kedalaman lebih kecil dari 50 cm, dan
- bahan tanah dengan kandungan bahan organik 25% apabila sesudah mengalami reklamasi atau drainasi(Tabel.3.2.menunjukkan ketebalan gambut dan kesesuaian untuk penggunaan pertanian).

Tabel.3.2. Ketebalan gambut an sesuai untuk

Sumber Pustaka	Jenis Tanaman	Rekomendasi Ketebalan
Hardjowigeno(1987)	Padi	Tidak sesuai: >90 cm

	Tanaman lahan kering	Sangat sesuai: < 40cm Tidak sesuai: > 200cm
McRae dan Burnham (1981)	Kelapa	< 100 cm
	Kopi	< 125 cm
RePPrat (1988)	Kelapa sawit	< 100 cm
	Padi	no!
	Tanaman tidak ditentukan secara khusus – lahan basah	<76 cm
	Padang rumput/peternakan	<10cm
Soemodihardjo (1986)	Tanaman tidak ditentukan secara khusus-pasut	<50 cm
	Padi	<90 cm
	Tanaman lahan kerinz	<200cm

Sumber: James (1991) (dalam Muhammad Rifani, 1998).

Kendala-kendala penggunaan lahan gambut untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian:

- Daya dukung (*bearing capacity*)-nya rendah sehingga menyukarkan tanaman menjangkar akarnya secara kokoh.
- Daya hantar hidrolik secara horisontal sangat besar, tetapi secara vertikal sangat kecil, sehingga menyulitkan mobilitas ketersediaan air dan hara bagi tanaman.
- Bersifat mengkerut tak balik (*irreversible*) sehingga menurunkan daya retensi air dan peka terhadap erosi. Hal ini mengakibatkan sebagian unsur hara tanaman tercuci dengan mudah. Daya retensi gambut terhadap air berkisar antara 450% saprik sampai 850% fibrik.
- Penurunan permukaan tanah yang besar setelah dibudidayakan atau didrainase. Data dari UPTA Telang Sumatera menunjukkan penurunan antara 6,5–66,5 cm/tahun. Data dari Barambai selama 1974–1977 tercatat penurunan 16cm.
- Catclay yang merupakan jenis tanah yang berbahaya dan yang sangat membatasi ruang gerak usaha pemanfaatan lahan rawa pasang surut, dapat diperangi dengan pelindihan dengan tersedianya air cukup, dan usaha Ameliorasi tanah dengan pengelolaan air mikro di tingkat lahan tersier.

Tanah sawah, menurut De Datta (1981) dan Mohr et.al (1972) tanah sawah bukanlah pengertian pedologi (atau ilmu mengenai jenis tanah tertentu), namun lebih kepada pengertian tata guna tanah itu sendiri. Tanah sawah adalah tanah dimana padi dapat dibudidayakan (Moonnann, 1978 dalam Muhammad Rifani, 1998).

Budidaya padi dapat dilakukan pada hampir semua jenis tanah, asalkan air dapat tersedia. Walaupun beberapa varietas padi dapat tumbuh sebagai tanaman kering, namun padi lebih banyak di tanam diareal lahan basah. Untuk sebagian besar daur hidupnya, padi tumbuh dalam genangan air (Brotonegoro, 1977). Oleh karena itu, biasanya tanah sawah terletak di lahan dataran rendah yang secara alamiah tergenang atau pada lahan dimana air dapat tersedia dengan cara gravitasi (Soekardi et.al, 1993). Tanah yang ditumbuhi padi ("dipersawahkan") bervariasi sebagaimana variasinya rejim iklim ditempat tanaman ini dibudidayakan: tekstur berkisar dari pasir sampai liat, pH 3-10, kandungan bahan organik 1-50%; kandungan garam 0-1 %, dan ketersediaan unsur hara dari kecil sampai surplus (De Datta, 1981).

Secara umum lapisan tanah dilahan basah dikatakan bahwa dilapisan bawah diperoleh tanah lempung, fisik jelek, kimiawi miskin, dan di beberapa tempat terdapat tanah sulfat masam. Sedangkan dilapisan atas diperoleh tanah gambut, kandungan unsur hara hanya sedikit yang siap pakai untuk tanaman, lapisan gambut ini bisa tebal sekali. Patut diperhatikan bahwa air yang menggenang akan memiliki kualitas yang jelek, dengan demikian tanaman yang tumbuh hanya yang bisa menyesuaikan dengan kondisi tersebut.

Cara pengolahan air dan tanah di daerah rawa dipengaruhi oleh permukaan air sungai, air payau yang masuk, iklim, dan jenis tanah. Bila permukaan air sungai tinggi, sulit untuk mengalirkan air yang ada di daerah rawa. Sebaliknya bila permukaan air sungai rendah, maka pembuangan air dari daerah rawa adalah mudah. Tinggi rendahnya permukaan air di sungai tergantung dari musim dan pasang surut air laut. Di musim hujan, air di sungai bertambah sehingga permukaan air di sungai menjadi tinggi. Demikian juga bila air laut pasang, permukaan laut yang tinggi menahan aliran sungai sehingga permukaan sungai menjadi tinggi pula.

Air payau yang masuk tidak cocok untuk mengairi sawah karena akan merusak tanaman. Agar air digunakan untuk irigasi tidak air payau, maka perlu dilakukan pemeriksaan air secara rutin.

3.3. Hidrotopografi

Hidrotopografi didefinisikan sebagai ketinggian relatif dari permukaan lahan terhadap tinggi muka air pasang surut di saluran terdekat. Hidrotopografi umumnya digunakan sebagai indikator kemampuan drainasi lahan maupun peluang irigasi dari air pasang secara gravitasi. Pada tingkat makro maupun mikro, hidrotopografi menentukan potensi pengelolaan air, demikian pula terhadap kesesuaian pertanian di lahan rawa pasang surut. Variasi kondisi hidrotopografi pada unit pengelolaan air di tingkat sekunder maupun tersier akan memperumit para petani dalam melakukan kegiatan pertanian maupun dalam pengaturan airnya.

Gerakan muka air pasang surut di sungai mengalami redaman manakala memasuki jaringan saluran. Hidrotopografi dari suatu lahan tergantung dari berbagai faktor, yaitu:

muka air pasang surut sungai
redaman fluktuasi pasang surut di jaringan saluran
kondisi permukaan lahan karena pengaruh penurunan (subsidence) perataan muka tanah dan pembuatan surjan.

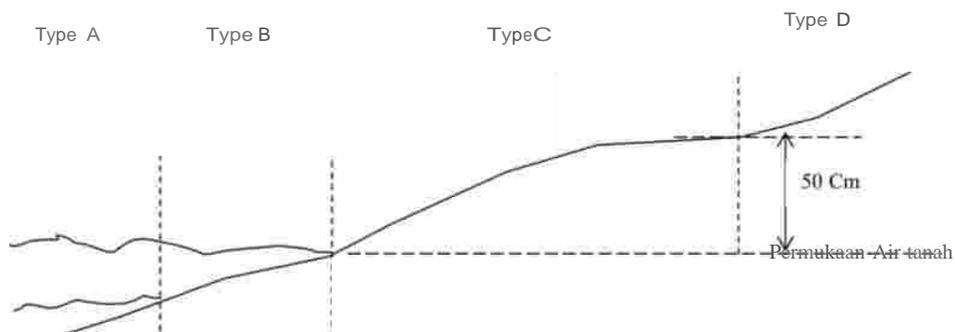
Pada dasarnya kondisi hidrotopografi lahan menentukan peluang yang tersedia bagi petani dalam memilih kegiatan pertanian yang sesuai dan praktek pengelolaan air yang diperlukan. Berdasarkan kondisi hidrotopografi lahan pasang surut dibedakan menjadi 4 kategori (Direktorat Rawa, 1992):

a. Kategori I (type A). (daerah pasang surut langsung)

Daerah yang selalu terluapi air pasang. Tinggi luapan 20-30 Cm. Daerah ini terletak dekat pantai atau membentang sejauh 50-70Km ke arah hulu, antara 1-5Km dari tepi sungai ke arah kiri dan kanan. Kategori ini dibagi menjadi dua

tipe, yaitu: tipe a: terluapi air asin dan air tawar; tipe b: hanya terluapi air tawar saja.

- b. Kategori II (type B) (daerah pasang surut tidak langsung). Daerah yang hanya terluapi pasang besar saja. Pada musim hujan dapat terluapi terus menerus oleh air hujan atau air yang berasal dari hutan.
- c. Kategori III (type C) (daerah pasang surut tadah hujan). Daerah yang tidak terluapi air pasang, namun mempunyai muka air tanah lebih kecil 0,5M dari permukaan tanah. Jadi air pasang hanya mampu mengatur gerakan air tanah, sedangkan air luapan hanya bergantung kepada air hujan atau air yang berasal dari hutan.
- d. Kategori IV (type D). Daerah yang tidak pernah terluapi air pasang dan memiliki muka air tanah lebih dari 0,5 M dari permukaan tanah. Daerah ini letaknya lebih tinggi dari daerah kategori III.



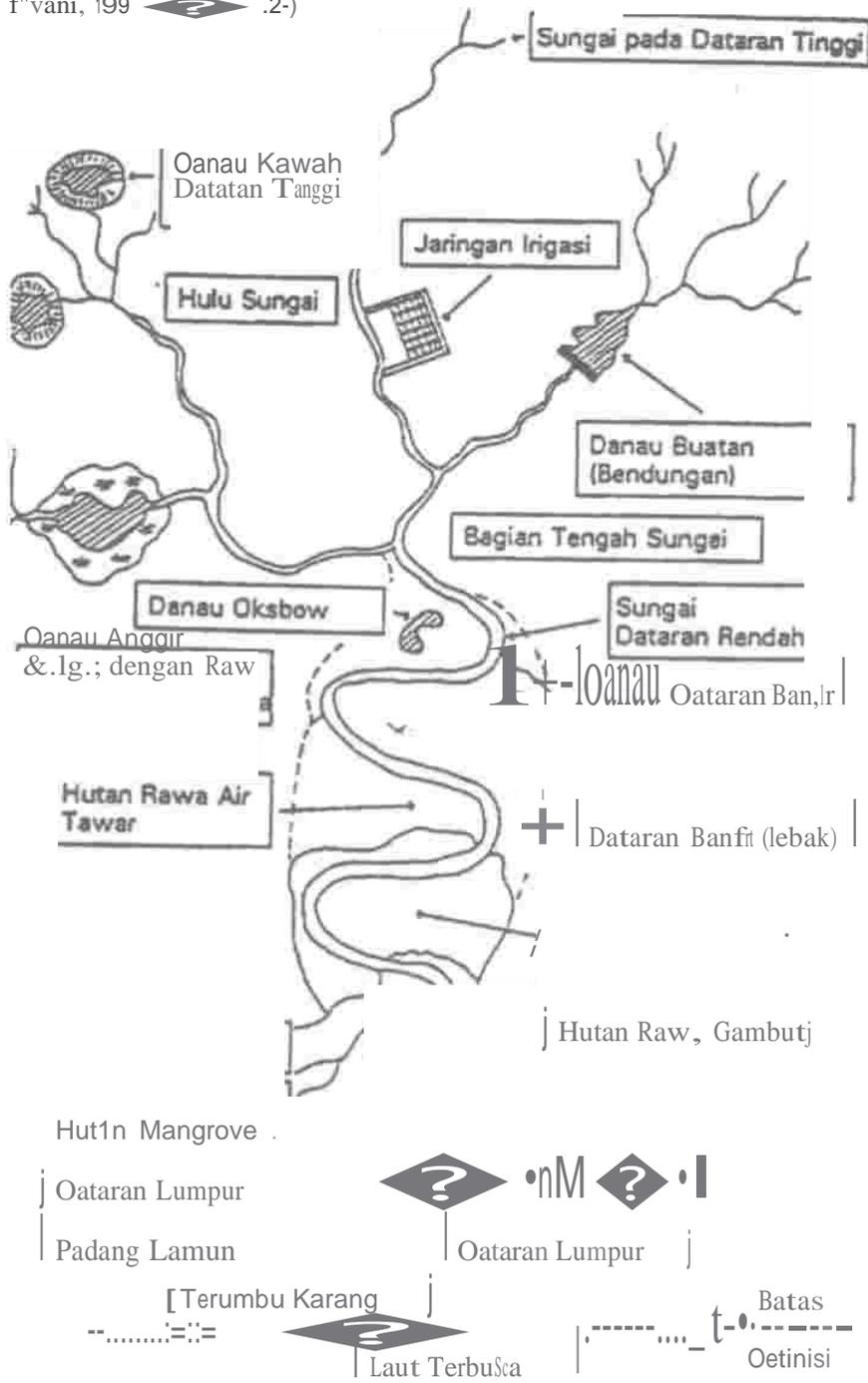
3.4. Agroklimat

Jumlah distribusi dan variasi musiman dari hujan dan lamanya periode kering adalah faktor yang ikut menentukan ketersediaan air dan demikian pula dalam kaitannya dengan pemilihan jenis tanaman dan pola pertanaman. Umumnya hujan rerata tahunan di daerah rawa pasang surut di Indonesia diatas 2000mm (2000-4000 mm/tahun; lebih dari 200 mm/bulan) dengan jumlah bulan basah yang berurutan 7-10 bulan/tahun yang jatuh pada bulan September/Oktober – April/Mei. Dengan klasifikasi Oldeman, agroklimat umumnya berubah dari C2 di dekat pantai (5-6 bulan basah, 2-3 bulan kering) ke BI pada bagian ke arah pedalaman. Jumlah dan pola curah hujan yang cukup merata itu memungkinkan lahan rawa ditanami padi sepanjang tahun (Direktorat rawa, 1992; Oor, 1996). Lahan rawa Kai-Se! mempunyai iklim tropis dengan 7 – 9 bulan, memiliki curah hujan lebih dari 100 mm/bulan. Curah hujan tahunan antara 1000mm–2900 mm, dengan 83–100 hari hujan. Rawa tersebut umumnya tergenang selama musim hujan yang mulai terjadi bulan Oktober. Di daerah rawa, genangan air mencapai kedalaman maksimum pada bulan Januari/Februari. Genangan ini mulai menyusut bulan Maret/April, statis bulan Juni, kemudian menyusut lagi pada Juli, Agustus dan September (musim kemarau) (Oorsyamsi et.al., 1984). Kemungkinan musim tanam, system budidaya padi dapat dilihat dalam table.3.3. sebagai berikut:

Tablet 3.3. Kemungkinan musim tanam, intensitas tanam dan sistem budidaya padi pada berbagai mintakat agroklimat.

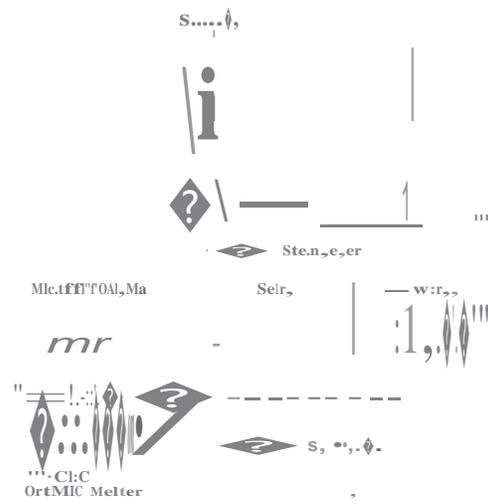
Mintakat Agroklimat Oldeman	Musim Tanam (bulan)	Intensitas Tanam (kali)	Sistem Budi Daya Padi (Ekosistem)
E4	Mar-Mei	1	(I) Gogo
D4(C4)	Mar-Mei	1-2	(I) Gogo/sawah/Gogorancah
E3	Mei-Agst	<2	(2) Gogo
C3, O3	Jun-Agst	<2	(I) Gogo + (I)Gogorancah/sawah
E1, E2	Sept.	2-3	(I) Gogo + (I) Gogorancah + (I) Gogo
DI, O2, C2	Sept.	2-3	(1-2) Gogo + (I) Gogorancah + (I) Gogo
BI, 82, CI	Sept.	2-3	(I) Gogo/Gogorancah + (1-2) Sawah + (I) Gogo
A1 (A2)	Sept.	>3	(1)Gogo + 2-3 (sawah)

Secara skematik definisi Lahan Basah (Davies et.al,1995, dalam Muhammad f'vani, 199 .2-)

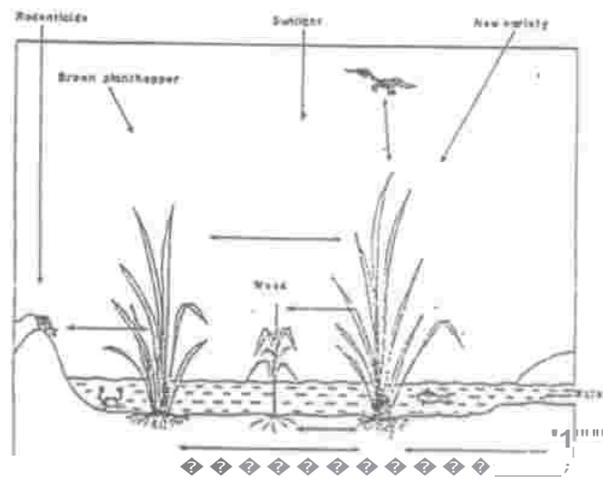


Gambar.3.2. Definisi Lahan Basah (Davies.et.al, 1995)

Konsep Agrosistem Lahan Sawah Pasang Surut dapat dilihat dalam skema gambar.3.3. dan gambar.3.4.(Conway,1985b)



Gambar.3.3. Konsep Agrosistem A



Gambar.3.4. Konsep Agrosistem 8

BAB4

SISTEM TATA SALURAN, DIMENSI SALURAN

4.1. Sistem Tata Saluran

Kriteria teknis untuk menjamin keberlangsungan sistem tata air di lahan pasang surut adalah dengan memadukan kriteria irigasi, drainasi, reklamasi dan pengamanan intrusi, sebagai berikut (Wignyosukarto Budi, 1988):

1. Kriteria irigasi, menginginkan bahwa pemberian air kepada zone perakaran dapat selalu dijamin dengan kualitas yang toleran terhadap tanaman yang diusulkan. Sesuai dengan kualitas lahannya maka disyaratkan bahwa kedalaman air tanah berada pada kedalaman 20-50Cm dari muka lahan.
2. Kriteria drainasi, menginginkan bahwa air hujan 3 harian dengan kala ulang 5 tahunan dapat dibuang dalam 3 hari tersebut dengan memperhatikan siklus pasang surut yang terjadi. Drainasi tersebut harus terkontrol agar tidak terjadi pengatusan yang berlebih.
3. Kriteria reklamasi, menginginkan bahwa proses pematangan gambut dapat terjamin dengan harapan bahwa aerasi berlangsung dengan baik, namun tidak menimbulkan kemungkinan pengatusan yang berlebih.
4. Kriteria pengamanan intrusi, menginginkan agar tata saluran tersebut mempunyai sistem penahan intrusi tanpa atau dengan bangunan pengatur.

Sesuai dengan kriteria rancangan tersebut dibuat beberapa dasar rancangan sebagai berikut:

- a. Apabila curah hujan cukup dan merata sepanjang tahun, maka sumber air irigasi dapat dari air hujan, dan air yang berlebih dibuang lewat saluran drainasi utama dan saluran pedesaan.
- b. Selain air hujan, apabila mungkin pemanfaatan air untuk irigasi dapat diambil dari air sungai yang masih segar dengan membuat sarana bangunan pengambilan diatas batas air payau yang paling kritis.
- c. Muka air di saluran drainase utama dan saluran pedesaan masih dapat dipakai untuk menjamin muka air tanah yang cukup dengan membuat bangunan pengatur, dernikian pula muka air di saluran tersebut harus sedemikian rupa pada waktu pasang tertinggi tidak akan terjadi intrusi air asin.

- d. Bangunan pengatur tersebut harus dapat dioperasikan oleh juru-pintu dengan harapan bahwa juru-pintu akan selalu tahu berapa kedalaman air tanah yang diinginkan oleh petani dan bagaimana kualitas air yang ditahan di saluran.
- e. Kedalaman saluran di saluran navigasi harus dapat menjamin transportasi manusia dan barang.

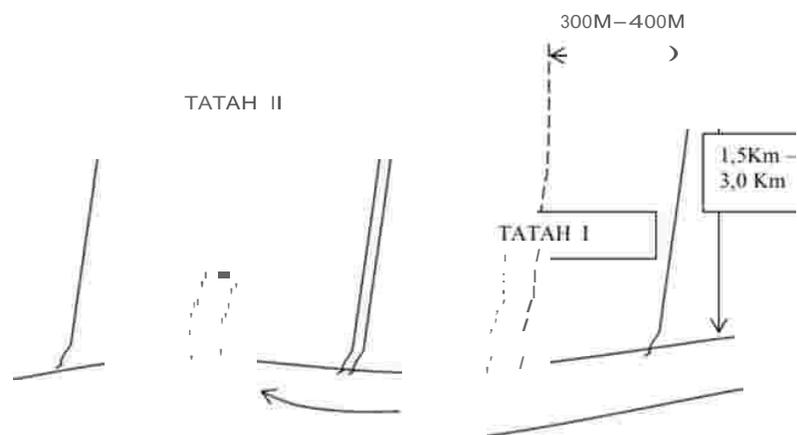
Sistem tata saluran yang dikenal hingga saat ini adalah (Darmanto, 1992):

1. Sistem Handil/Tatah; sistem ini sudah lama dikenal di Kalirantan Selatan. Masalah yang ada adalah terbatasnya luas areal yang dapat dibuka, dan pada umumnya pada ujung saluran akan terbentuk titik mati (Gambar.4.1.).
2. Sistem Kanalisasi antar dua sungai, ini merupakan sistem yang berkembang akibat adanya sistem transportasi perairan daratan setempat. Dibeberapa tempat sistem ini sudah dikenal, dan masalah yang ada adalah terbentuknya titik mati pada bagian tengah kanal (diantara dua sungai yang dipengaruhi gerakan pasang surut) (Gambar.4.2.).
3. Sistem sisir, ini merupakan pengembangan dari sistem handil/tatah dengan maksud membuka areal yang lebih luas dengan mengandalkan proses pengenceran dalam penyediaan air irigasinya. Sistem ini terasa masih terjadi banyak masalah, terutama pada bagian ujung-ujung saluran yang tidak sempat tercuci secara sempurna (Gambar.4.3).
4. Sistem Garpu dengan Kolam pasang, sistem ini merupakan pengembangan dari sistem garpu dengan maksud melokalisasi air kotor di kolam pasang yang secara periodik akan dibuang ke sungai. Problem yang muncul adalah biaya pemeliharaan kolam pasang yang relatif mahal (Gambar.4.4.).
5. Sistem saluran terpisah; sistem ini merupakan sistem yang memungkinkan arah aliran menjadi searah sehingga saluran irigasi dan drainasi terpisah. Sistem ini teoritis terasa sempurna namun permasalahan yang muncul adalah adanya pertentangan penggunaan atas saluran, dan diperlukan pintu-pintu air yang cukup baik (Gambar.4.5.)
6. Sistem Paider; sistem ini merupakan sistem yang memungkinkan penguasaan air secara sempurna namun tentu saja diperlukan subsidi berupa sarana yang relatif sulit untuk direalisasi mengingat kondisi lingkungan yang biasanya kurang mendukung (Gambar.4.6.).

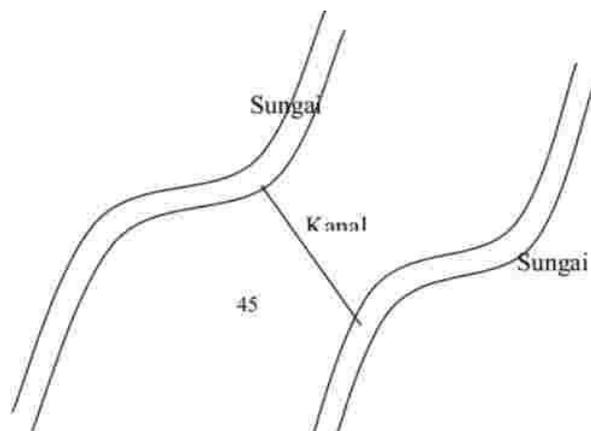
7. Sistem pantai; sistem ini merupakan sistem yang memungkinkan perkembangan lahan pantai untuk pertanian. Penggunaan pintu air dan tanggul mutlak diperlukan untuk mencegah intrusi air laut ke lahan pertanian.

Ketepatan penggunaan masing-masing sistem tersebut dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan dan keadaan setempat. Kenyataannya semua sistem akan selalu mengalami penyesuaian.

Van wyk menganjurkan langkah-langkah yang harus ditempuh untuk menjaga kelestarian kesuburan, yaitu unsur hara yang terkandung dalam gambut. Proses humifikasi dan mineralisasi agar terjadi tidak dengan cara membakar: Air asam dibuang; Air segar dirnasukkan, Air tanah berangsur diturunkan dengan drain atau pengatusan; Dipakai pupuk hijau; Menggunakan kapur. Di daerah tropik, terjadi aerasi yang baik, sehingga pemampatan dan humifikasi akan selesai dalam beberapa tahun (atau dengan kata lain 0,5m/tahun).



Gambar.4.1. Sistem Tatah/Handil

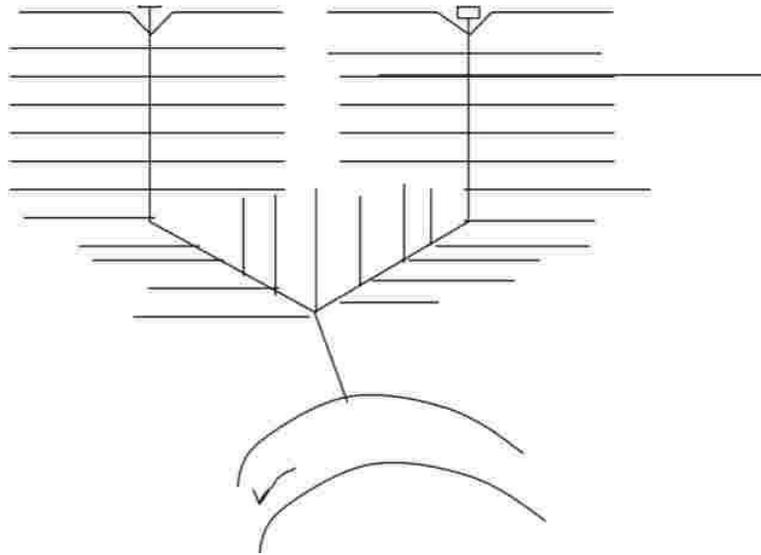




Gambar.4.2. Sistem Kanai (antara dua sungai)



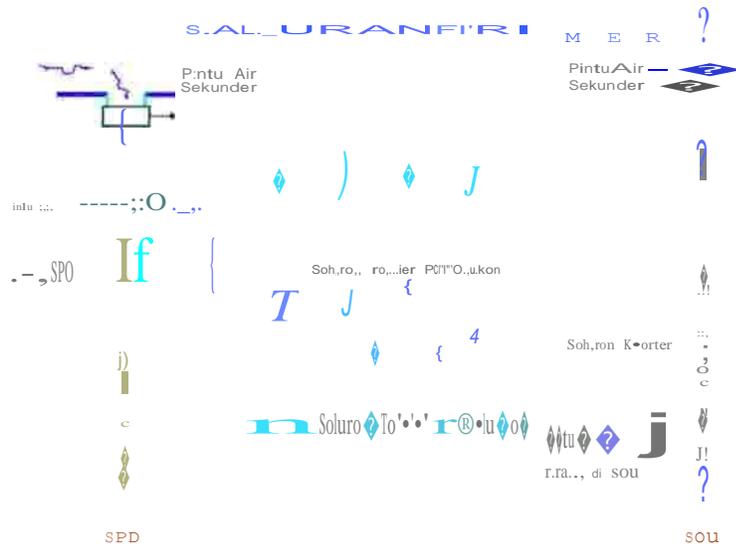
Gambar.4.3. Konsep Sistem Tata Air Rasau I dan Rasau II Kai - Bar
Tipe Sisir:



Gambar.4.4. Konsep Awal Unit Barambai Kai – Sel Tipe Garpu dan Kolam Pasang:

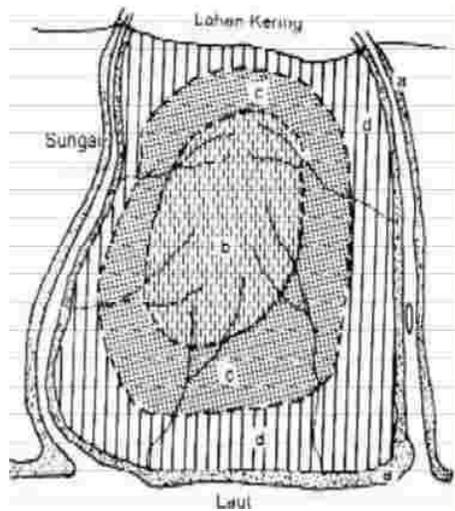
Sistem Saluran terpisah:

Sistem saluran terpisah, suatu sistem saluran dimana saluran irigasi atau saluran pemberi/suply dibuat terpisah dengan saluran pembuang/pengatusan/drain.



Gambar.4.5. Sistem Saluran terpisah

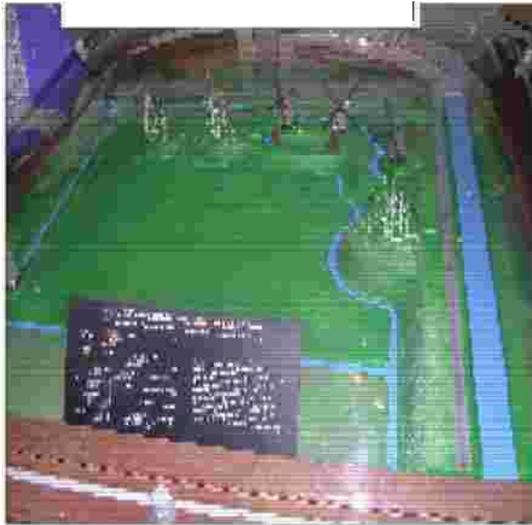
Sistem Polder



Konsep telor asin (WidjajaAdhi, 1992):

- Sempadan sungai (jalur hijau)
- Wilayah gambut tebal
- Wilayah pengembangan hutan/perkebunan
- Wilayah pengembangan tanam semusim

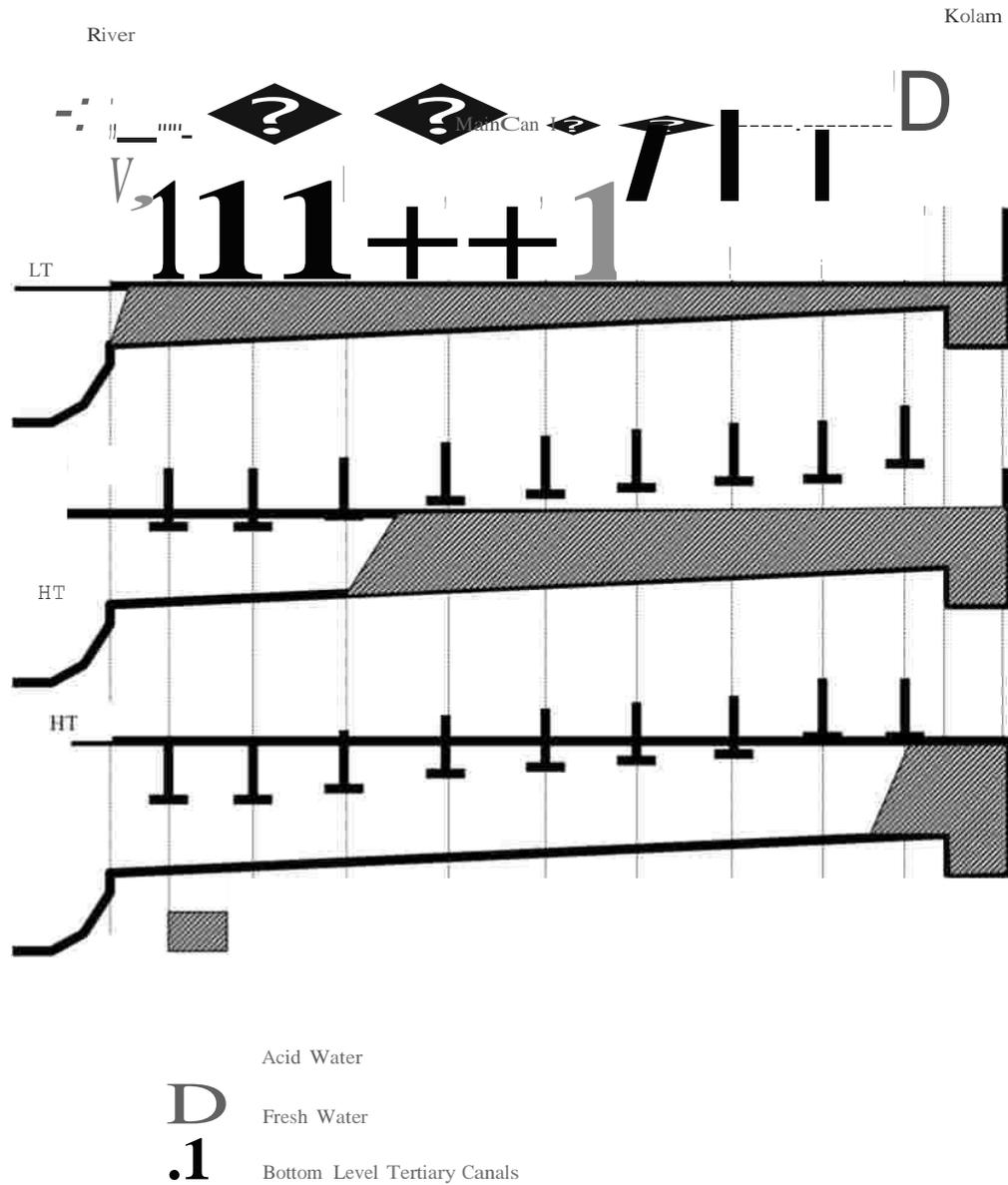
Sketsa Polder Belanda



Gambar.4.6. Maket Polder Belanda

4.2. Sistem Kolam Pasang

Konsep Prinsip-Prinsip Sistem Kolam Pasang perhatikan sketsa gambar.4.7. sebagai berikut.



Gambar.4.7. Prinsip Kolam Pasang

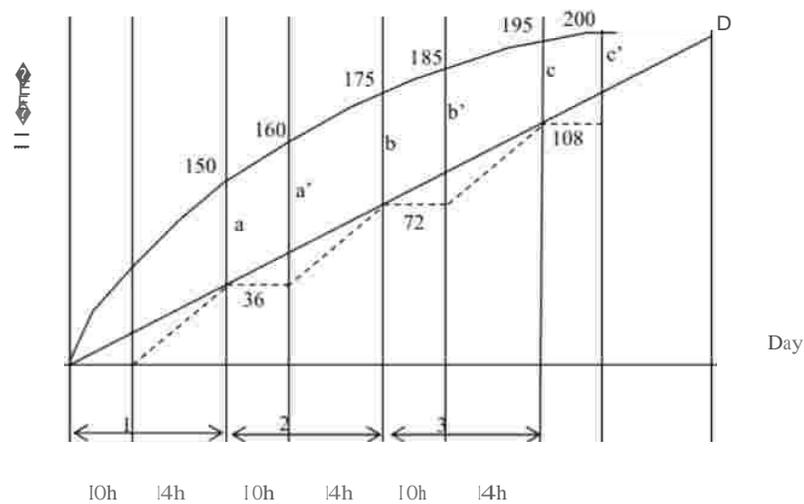
Contoh: Tahapan perencanaan sistem kolam pasang (Hardjoso Prodjopangarso, 1985) adalah:

Tahap I: Penentuan lay out, berdasarkan kondisi lapangan yang meliputi (topografi, tanah, hidrologi)

Tahap II: Penentuan jarak dan dimensi dari saluran tersier (S-III); supaya dapat membuang (drainage) hujan dengan kala ulang tertentu, dengan memperhatikan keadaan pyrite.

Tahap III: Perhitungan unit-unit berdasarkan syarat-syarat suplai air.

Drainase:



Gambar 4.8. Drainage Modul

Drainage requirement : $C < 150 \text{ mm}$

$(a+b+c)/3 < 200 \text{ mm}$

Drain capacity (D) = 4 lt/sec/ha

Drain capacity must be multiplied by factor (=24/14), as it is supposed, there is no drainage the tide period.

$$D_m = \frac{2}{3 \times 8,64} (It/sec/ha)$$

$D_m = 0(3)$ (untuk $n = 3$ hari) dari gambar diatas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$D_m = \frac{2}{3 \times 8,64} T + n(JR - Er - P) - S$$

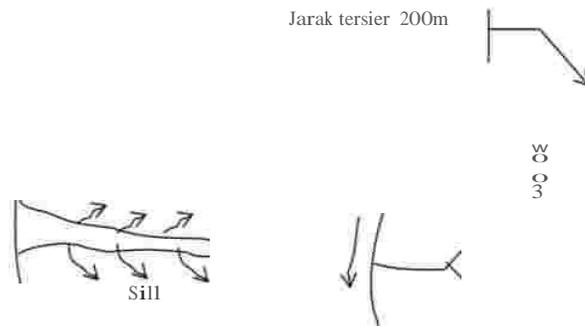
dengan: n = jumlah hari hujan berturut-turut; T = periode ulang;

$$D_c = f \cdot D_m$$

f adalah faktor drainasi yang disebabkan oleh pasang surut;

$$f = \frac{24}{S_s}$$

S_s = jumlah jam surut.



$$D'_m = A \cdot D_m$$

$$F = \frac{D'_m}{D_m}$$

kedalaman maksimum saluran tersier 1,00m untuk menghindari tereksposnya lapisan pyrite.

Suplai:

Kedalaman penggenangan (flooding depth)

$$I_r = W_r = \text{hujan efektif}$$

$$W_r = E_e + \text{infiltrasi} + \text{pengolahan tanah}$$

$$L_e = K_1 \cdot K_2 \cdot E_o \text{? kebutuhan air tanaman (consumptive use)}$$

Perkiraan dimensi

Lebar saluran primer

$$Q = F \cdot V_{\text{rerata}} = F \cdot 0,5 \sqrt{VI - V_2}$$

$$F = \frac{b \cdot H_1 + H_e}{2}$$

dengan:

$$H_1 = h \text{ tide atau } h \text{ pasang}$$

$$H_e = h \text{ ebb atau } h \text{ surut}$$

$$VI = \text{volume pasang}$$

$$V_2 = \text{volume surut}$$

$$Q = A_{\text{net}} \cdot I_r \cdot n \text{ (n dari tabel yang dipengaruhi oleh bentuk lay out)}$$

kandungan pyrite(BOD/COD); friction. Dengan demikian dapat dicari lebar saluran primer bl.

Lebar saluran sekunder

Dengan bentuk garpu dua cabang maka masing-masing dengan $1/2Q$.

Asumsi:

$$V_2 = 2/3 \cdot VI_{\text{rerata}}$$

$$Q_2 = F_2 \cdot V_2$$

Maka didapat lebar saluran sekunder bl

Kontrol:

$$V_{\text{pasang}} = VI - (VI_{\text{primer}} + VI_{\text{sekunder}})$$

(tide)  Anggapan semua air segar

Air campuran: Air segar V_s dan $V_{\text{sunu}}(\text{ebb/atau } V_2)$

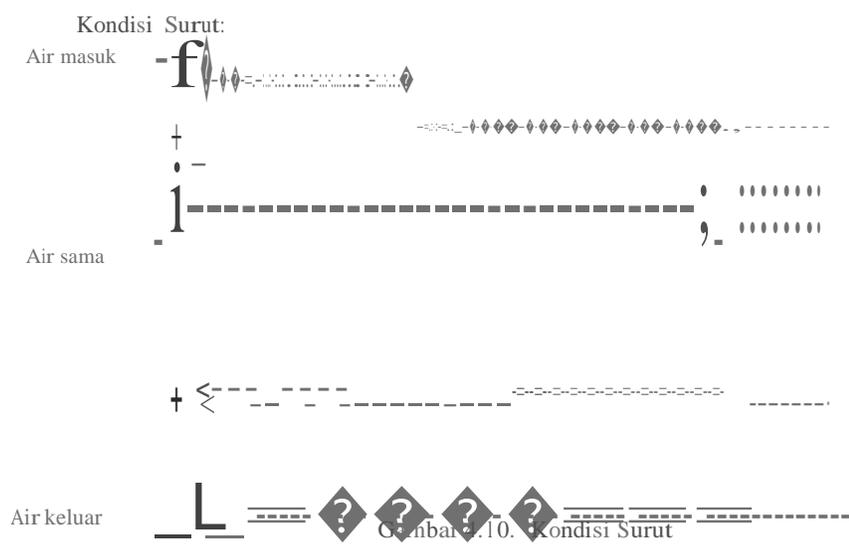
$$\frac{V_s}{V_2} \cdot \frac{Q}{q} = \frac{I.COD}{2.a} \quad \text{--7 tabel (n) (pengurangan BOD lapangan menurut}$$

faktor Huisman, tergantung pada BOD/COD dan lebar saluran. Sedangkan a tergantung pada kecepatan; misalnya a=3). Bila tidak memenuhi, n diperbesar dengan perkiraan selanjutnya (n= 2,5 --7 3; 4; 5) dan hitungan diulangi lagi.

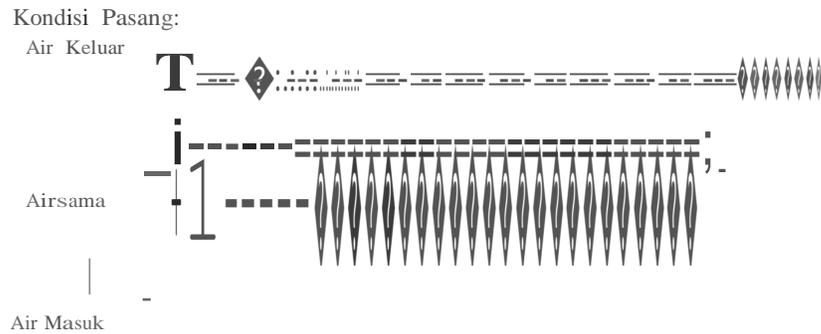
Prinsip sirkulasi air pada sistem kolam pasang dapat diperhatikan: an Muka air di sistem kolam pasang tergantung pada kondisi muka air di sungai. Dua kondisi yang sama-sama terjadi di sistem kolam pasang baik pada saat air sungai kondisi pasang maupun pada kondisi surut, yaitu air masuk ke unit sistem kolam pasang dan air keluar unit kolam pasang. Kejelasan dari pola aliran ini seperti di tunjukkan pada sketsa gambar.4.9, gambar.4.10. dan gambar.4.11 sebagai berikut:



Gambar4.9. Pola Aliran



Gambar4.10. Kondisi Surut

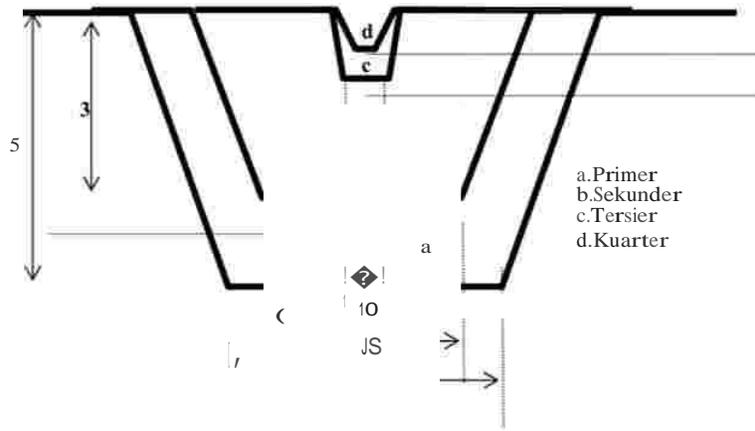


Gambar 4.11 Kondisi Pasang

4.3. Dimensi Saluran

Bentuk penampang saluran pembuang yang direncanakan adalah berbentuk Trapesiwn. Supaya tidak terjadi gerusan maka, perhitungan didasarkan pada kecepatan maksimum yang diijinkan. Perhitungan hidraulik berdasarkan $Q=A.V$, dengan Q adalah debit rencana ($m^3/detik$); A =luas penampang(m^2); V =kecepatan aliran($m/detik$). Kecepatan aliran dengan rumus Manning $V = \frac{1.49}{n} R^{2/3} S^{1/2}$; dengan catatan kemiringan saluran dibuat sangat landai bahkan dapat dibuat datar, karena air dapat mengalir oleh massa air akibat gerakan pasang-surut. Selain itu diatas muka air perlu dibuat tinggijagaan tertentu(W).

Karakteristik penampang saluran primer, saluran sekunder, saluran tersier, dan saluran kuarter dapat dilihat pada sketsa gambar.4.12 sebagai berikut:



Gambar.4.12. Penampang Saluran

BABS

PRINSIP-PRINSIP SISTEM PENGELOLAAN AIR

5.1. Cara Bercocok Tanam

Cara yang sesuai untuk lahan pasang surut adalah sistem surjan, karena sistem ini dapat diterapkan baik pada daerah tadah hujan yang sering kekurangan air maupun daerah tadah hujan yang sering tergenang/banjir (Kasimo, dkk, 1996 dalam Suhardjono, 1997). Lahan pertanian pada sistem surjan (lihat Tabel.5.1.) terutama terdiri dari: 1).Bagian ledokan yang digunakan sebagai sawah;

2).Bagian guludan yang digunakan sebagai tegalan. Pada sistem ini dilengkapi pula dengan bagian tabukan, pematang keliling, saluran air, sumur dan kolam ikan. Luas guludan dapat lebih besar, lebih kecil atau relatif sama dengan luas ledokan.

Hal ini sangat tergantung dari keadaan hidrologinya;

a.Guludan lebih lebar dan luas daripada ledokan, yaitu pada lahan yang sering tergenang air pada musim hujan.

b.Guludan lebih sempit daripada ledokan, yaitu pada lahan yang sering mengalami kekurangan air pada musim kemarau. Pada musim kemarau sering terjadi kekurangan air, sehingga perlu dibuat sumur didalam lahan surjan. Sumur tersebut dapat dibuat dibagian guludan atau ledokan tergantung kedalaman air tanah dan tanaman yang diusahakan.

Dalam pembuatan sumur perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1). Jika air tanah dalam atau daerahnya sering kekurangan air waktu kemarau, maka sumur dibuat dibagian ledokan.

2). Jika air tanah dangkal atau daerahnya sering kebanjiran pada waktu musim hujan, maka sumur dibuat di bagian guludan.

Kebutuhan satu sumur diperlukan tiap luasan lahan sekitar 100m². Pada musim hujan sering terjadi genangan air. Pada bagian ledokan yang tergenang air dengan kedalaman lebih dari 0,6m dapat difungsikan sebagai kolam untuk memelihara ikan. Ikan tersebut untuk meningkatkan pendapatan petani, gizi masyarakat dan untuk mengendalikan malaria. Kolam ikan sebaiknya pada lokasi yang bisa

mendapatkan pergantian air dengan mudah, dan dilengkapi dengan pintu air untuk mengatur aliran dan tinggi air tersebut.

Perkiraan Penyerapan O₂ dalam air sungai, selokan limpasan yang mengalir dengan kecepatan dan gerakan tertentu (faktor a dari rumus $q = \frac{Q}{l} = \frac{2}{s} a$) dapat dilihat pada grafik gambar.5.1. (Hardjoso P, 1985 disadur dari Dresdener Spoeir).

Tabel A- n-table to estimate the dilution)

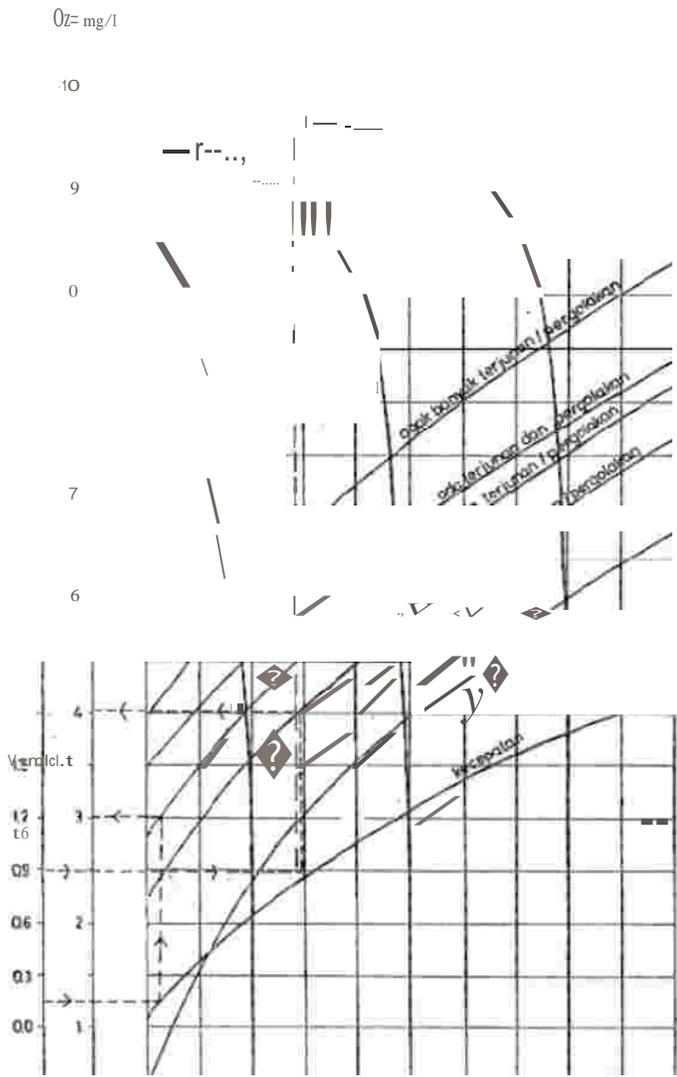
Form of the area	Factor n	BOD reduction	Reduced BOD	With tidal basin	COD/BOD	Afl2/ϕhl
ormal	2,5	1	Field BOD	0,9 BODr		0,8
Long form	2,2	0,7	0,7 x Field BOD	0,5 BODr	Huisman table	0,7
Long form with much friction	2,0	0,5	0,5 x Field BOD	0,3 BODr		0,6

Tabel 8. Modified table

	COD ₂ ofBODs
Minimal	1,7
Alittle contaminated/polution	2,0
Household polution	2,5
"Exposed" pyrite poluted	4,0
Much "exposed" pyrite poluted	90

Table to estimate water requirement

A Table k _l	B Table k _i	Formula
Paddy= 1-1,5	Clay= 0,75	$I, e = k_p \times k \ E_0$
Sugarcane=0,50-1,00	Sand= 1,2	$W, = Ie + \text{Infiltration} + \text{puddling}$
Secondary crop=0,5	Lateryte = 1,2	$l, = W_r - \text{effective rain}$
Grass= 1,9	Peat= 1,2	$E_0 = \text{evaporataion, water surface.}$
Forest= 1,5		
Uncovered = 0,6		



PENYERAPAN,

Penyerapan O₂ dalam air sungai, sekali dalam lima menit yang mengalir dengan kecepatan dan gerakan tertentu faktor a dari rumus:

$$q = \frac{J_i \cdot 2a \cdot l}{S}$$

0.00 air kotor-v,

CONTOH,

Kecepatan aliran 0,9 m

Jika pada waktu 10 menit, air dalam golongan dok, air dalam air bagian atas role rata menyeras 0,4 mg/l.

Oksigen banyak terjerap, oksigen kurang dan berserapan, tertahan / pengapaman, berserapan.

— D — kwintal y...fl pinntUN: A.i.Oit, btil\Y" —> ondut\Wkoau. ur dinding.

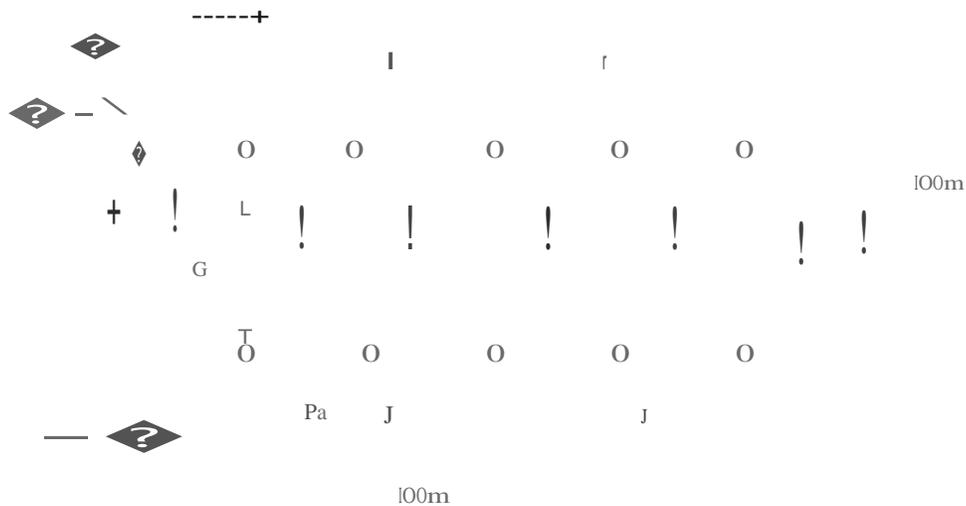
Gambar.5.1. Grafik Penyerapan O₂

Tabel.5.1. Bagian Sistem Surjan, Ukuran, dan Fungsinya

Bagian Surjan	Ukuran (m)	Fungsi (tanaman air ikan)
1. Ledokan	Lehar: 3-6 Panjang: 50-125	Padi sawah, padi gogo,
2. Guludan	Lehar: 3-7 Tinggi: 0,1-0,9	Palawija (kedelai, kacang tanah, lornbok, bawang, terong, talas, bayam, jaguing, ketela pohon,dll). Ditanam secara tumpang sari atau tumpang gilir.
3. Tabukan	P: 1 L: 1	Buah-buahan (mangga, petai, sukun, rambutan, nangka, dll)
4. Pematang Keliling	Lehar: 1-2	Penghijauan/buah-buahan (turi, lamtoro, nenas, pisang, dll). Dilengkapi dengan pintu pengatur aliran dan tinggi air.
5. Saluran air	L: 0,5-0,8 Dalam: 0,3-0,6	Penyaluran air pada waktu kelebihan air (musim hujan).
6. Sumur	Diameter: 1	Penyediaan air pada waktu kekurangan air (musim kemarau).
7. Kolam Ikan	P:5-10 L: 3-5 Tinggi: 0,8-1 > 0,6	Ikan (gabus, mas, nila merah, bandeng, dll). Pada bagian ledokan yang sering tergenang air.

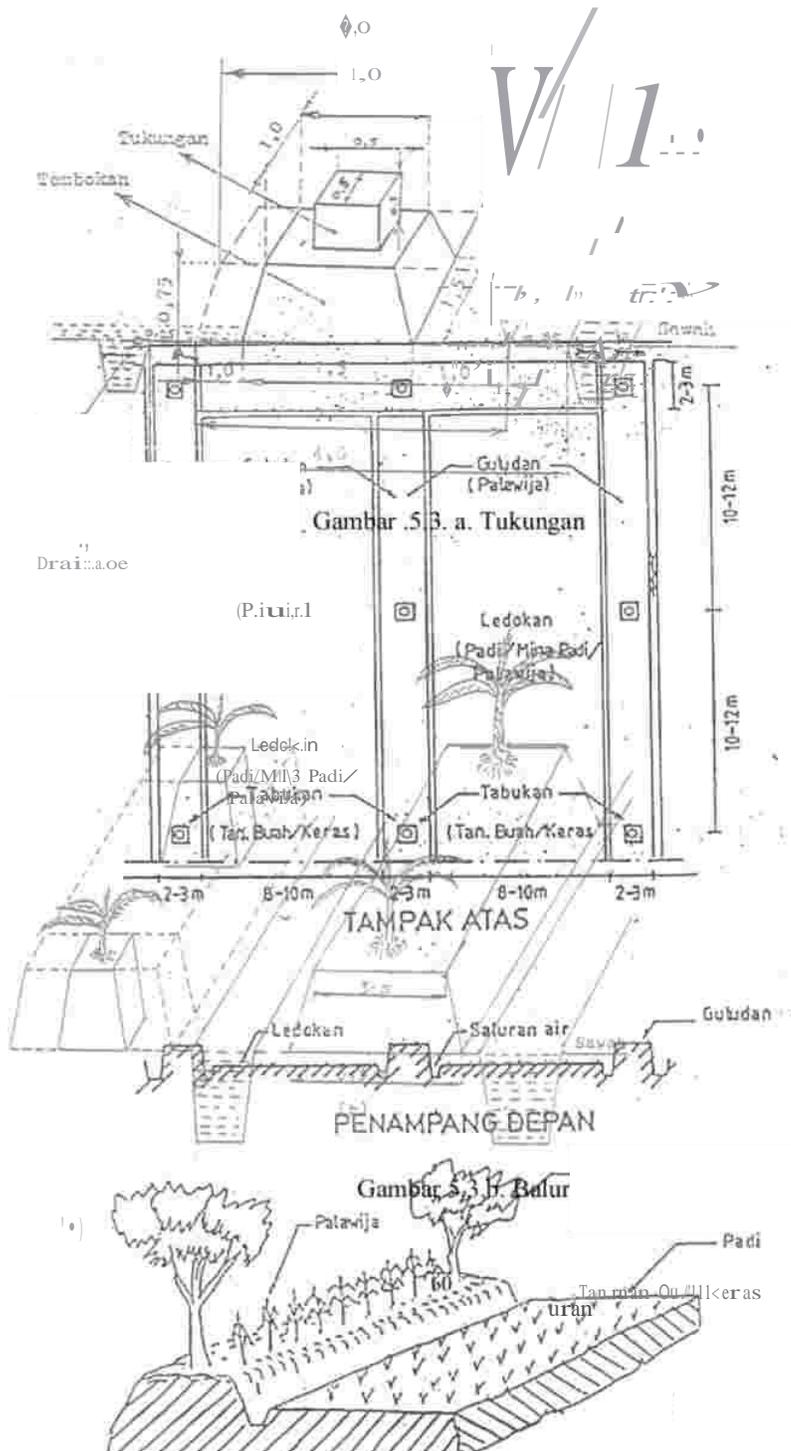
Sumber: Kasirno H.N. Bambang Triatmo dkk. 1996

Contoh bagan sistem surjan ukuran 100mX100m dapat dilihat pada gambar.5.2. dan gambar.5.3., dan tata ruang pemanfaatan lahan pekarangan (ukuran 25-50mX100m) didaerah yang sering tergenang air dapat dilihat pada gambar .5.4.



Gambar.5.2. Bagan Sistem Surjan

Contoh surjan ukuran 100X100m²; P=Pematang keliling (2m);
 T=Tabukan(1X1m²) ; G=Guludan (>2m); L=Ledokan; Pa=Pintu air; Saluran
 (1m); Tanaman perindang (Turi/Lamtoro).

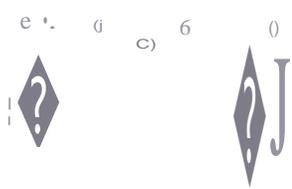


Intensifikasi Pelacakan Dengan Sistem Surjan,
 Pola Tanya Turpanasari dan Turpanasari
 6. Solusi (Pusat Penelitian/Aspirasi)
 1. Laporan (Pusat Penelitian/Aspirasi) dan
 2. Laporan (Pusat Penelitian/Aspirasi) dan
 3. Laporan (Pusat Penelitian/Aspirasi) dan
 4. Laporan (Pusat Penelitian/Aspirasi) dan

4. Ruang
 5. Ruang
 6. Ruang
 7. Ruang
 8. Ruang
 9. Ruang
 10. Ruang

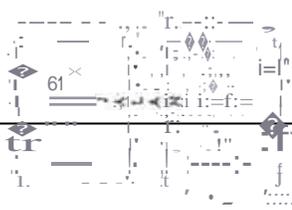


Contoh Sistem Surjare



Ruang

61 x



Tata

Pemanfaatan Lahan Pekarangan didaerah yang sering tergenang air dapat dilihat dalam gambar.5.5. dengan luasan 50mX100m sebagai berikut:

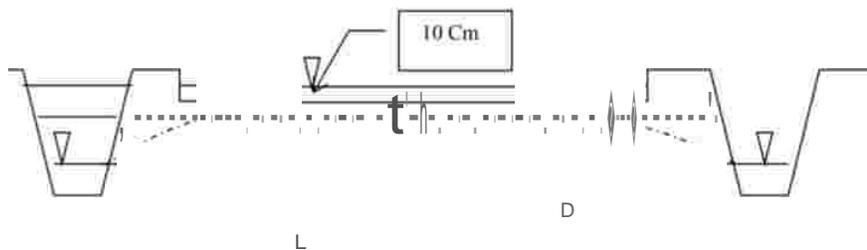
Gambar.5.5. Pemanfaatan Lahan Pekarangan

5.2. Muka Air Rencana

Tinggi muka air yang direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air di lahan (untuk padi penggenangan 5-10cm, sedang untuk palawija tinggi muka air adalah 40cm dibawah muka tanah). Pada saluran kuarter ditetapkan berdasarkan ketinggian lahan layanan dengan memperhatikan fungsi saluran tersebut sebagai saluran drainasi sehingga tinggi muka air di saluran kuarter sama dengan tinggi muka air di saluran tersier. Muka air pada saluran tersier ditentukan berdasarkan tinggi muka air pada saluran tersebut di sebelah hulu. Pada saluran sekunder tinggi muka air maksimum setinggi muka air terendah di saluran tersier dan tinggi air minimum adalah tinggi muka air yang diperbolehkan. Sehingga jika terjadi debit maksimum saluran dapat menampung volume yang terjadi. Selisih tinggi ini berfungsi sebagai tampungan saat terjadi curah hujan maksimum. Tinggi muka air minimum dapat juga mencegah tereksposnya pirit serta menjaga tinggi muka tanah.

5.3. Kedalaman Dan Jarak Antara Saluran

Kedalaman saluran diletakkan sedemikian sehingga dapat menurunkan permukaan air tanah di bawah akar tanaman. Penurunan air tanah yang terlalu rendah tidak diinginkan karena untuk mengatasi keadaan kelembaban ringan pada saat kemarau.



Gambar.5.6. Kedalaman dan jarak antar saluran

Gambar.5.6. menunjukkan suatu sistem saluran dengan jarak antara saluran adalah L ; tinggi muka air terhadap lapis kedap air adalah D ; tinggi muka air tanah terhadap bidang datar muka air di saluran adalah h . Jarak antara saluran digunakan untuk mengatur tinggi muka air tanah sesuai dengan yang diinginkan, dan sistem saluran ini perlu dilengkapi fasilitas bangunan balok skat. Sedangkan untuk merencanakan jarak antara saluran dipakai rumus "Hooghoudt" (Suhardjono, 1984).

$$L = \frac{8KbDh + 4.Kah^2}{q}$$

dengan:

L =jarak antar saluran drain (m)

D = tinggi muka air pada saluran di lapisan impermeabel (m)

H = tinggi elevasi muka air di tengah-tengah antara dua drain dari lapisan impermeabel (m)= $h + D$.

q = tingkat tambahan debit air saluran per satuan luas daerah (rn/hari).

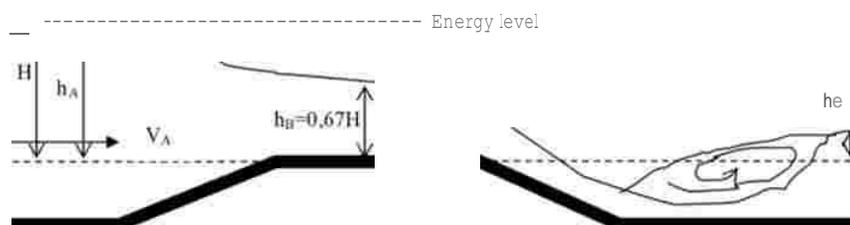
Kb = koefisien permeabilitas tanah dibawah muka air pada saluran(rn/hari).

Ka =koef permeabilitas tanah diatas muka air tanah pada saluran(rn/hari).

5.4. Metode Hitungan dalam Penentuan Ukuran Bangunan Pelimpah

Dalam penentuan debit aliran disuatu bangunan pelimpah yang dipengaruhi pasang surut dapat digunakan rumus pendekatan yang berlaku pula pada aliran diatas bendung. Perlu dibedakan adanya kondisi aliran kritik dan aliran sub kritik.

Aliran kritik, terjadi pada keadaan muka air di hulu bebas tidak terpengaruh oleh muka air disebelah hilir(Gambar.5.7). Dalam keadaan semacam ini formula aliran kritik dapat dipakai.



Gambar.5.7. Aliran Kritik

1). Aliran Kritik

Pada $h_e < 0,67 H$

$$Q = b \cdot m \cdot h_e \cdot \sqrt{2gH}$$

$$Q = b \cdot m \cdot (0,67H) \cdot \sqrt{2gH}$$

dengan:

b = lebar bangunan;

m = koefisien pelimpah (0,8 - 0,95);

$$H = \frac{h}{A} + \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2g} + \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{g}$$

tinggi

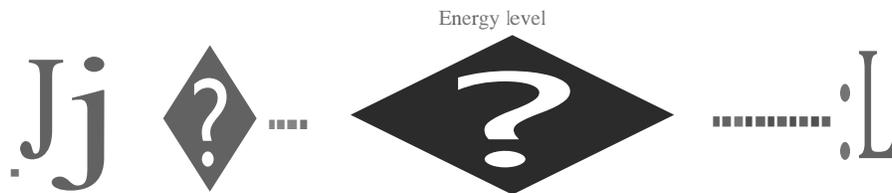
g = gravitasi;

Q = debit pengaliran

2). Aliran sub kritik, Hal ini terjadi pada keadaan muka air di hulu terpengaruh oleh muka air disebelah hilir (Gambar 5.8.). Dalam keadaan semacam ini rumus aliran sub kritik dapat dipakai.

$$Q = b \cdot L \cdot h_e \cdot \sqrt{2g(H - h_e)} \text{ dengan } \mu = 1 - 1,2$$

Formula diatas hanya berlaku pada kondisi aliran permanen. Didalam perhitungan ini h_e dinyatakan dalam ketinggian muka air pasang surut dibagian hilir bendung/ambang/pelimpah. Dan selanjutnya diadakan metode pendekatan.

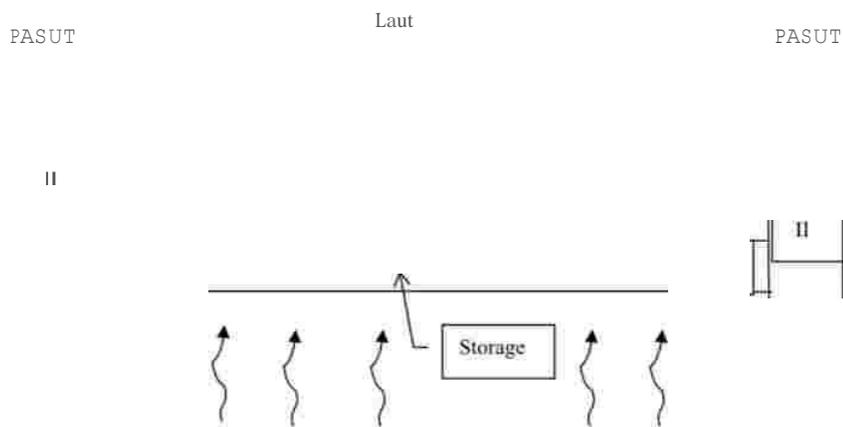


Gambar.5.8. Aliran Sub Kritik

Pada prinsip perhitungan perlu dicatat bahwa tujuannya adalah membuang air kelebihan melalui suatu bangunan pelimpah. Sedangkan yang harus ditetapkan atau dicari adalah elevasi dasar saluran; lebar dasar saluran; volume

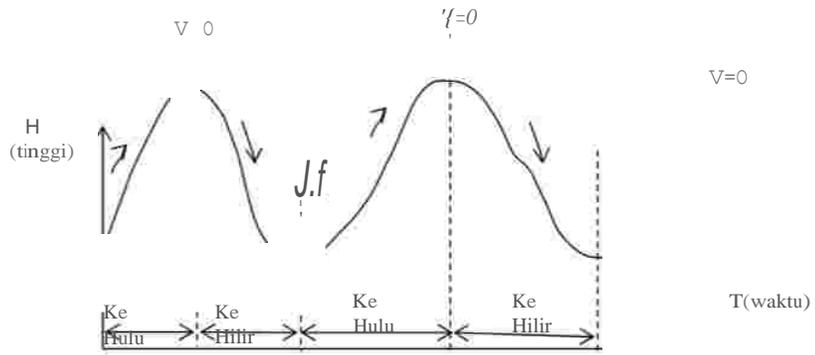
tampungan(storage). Dalam hitungan selanjutnya diperlukan data elevasi muka air akibat pengaruh gerakan pasang surut, sehingga dapat ditentukan periode penggenangan dan sifat aliran dalam periode tersebut. Secara rinci kondisi batas yang diperlukan adalah: di hilir yaitu gerakan muka air pasang surut dan tinggi muka air maksimum dan muka air terendah dalam satu periode, sedangkan di hulu kondisi batas yaitu tinggi muka air genangan tertinggi yang diijinkan dan tinggi muka air genangan terendah yang diinginkan.

Gerakan pasang surut taut dan pengaruhnya terhadap sistem saluran dapat dilihat dalam skema gambar.5.9. dan gambar.5.10. sebagai berikut:

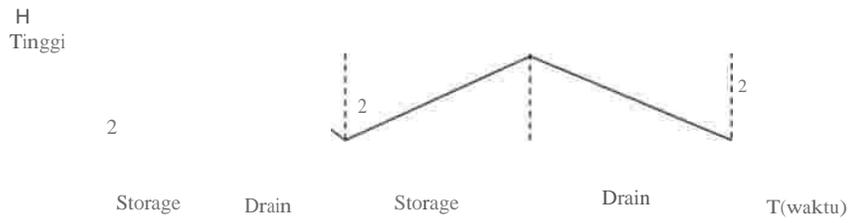


Titik II). adalah Pintu Air
 Titik I). adalah Tabat

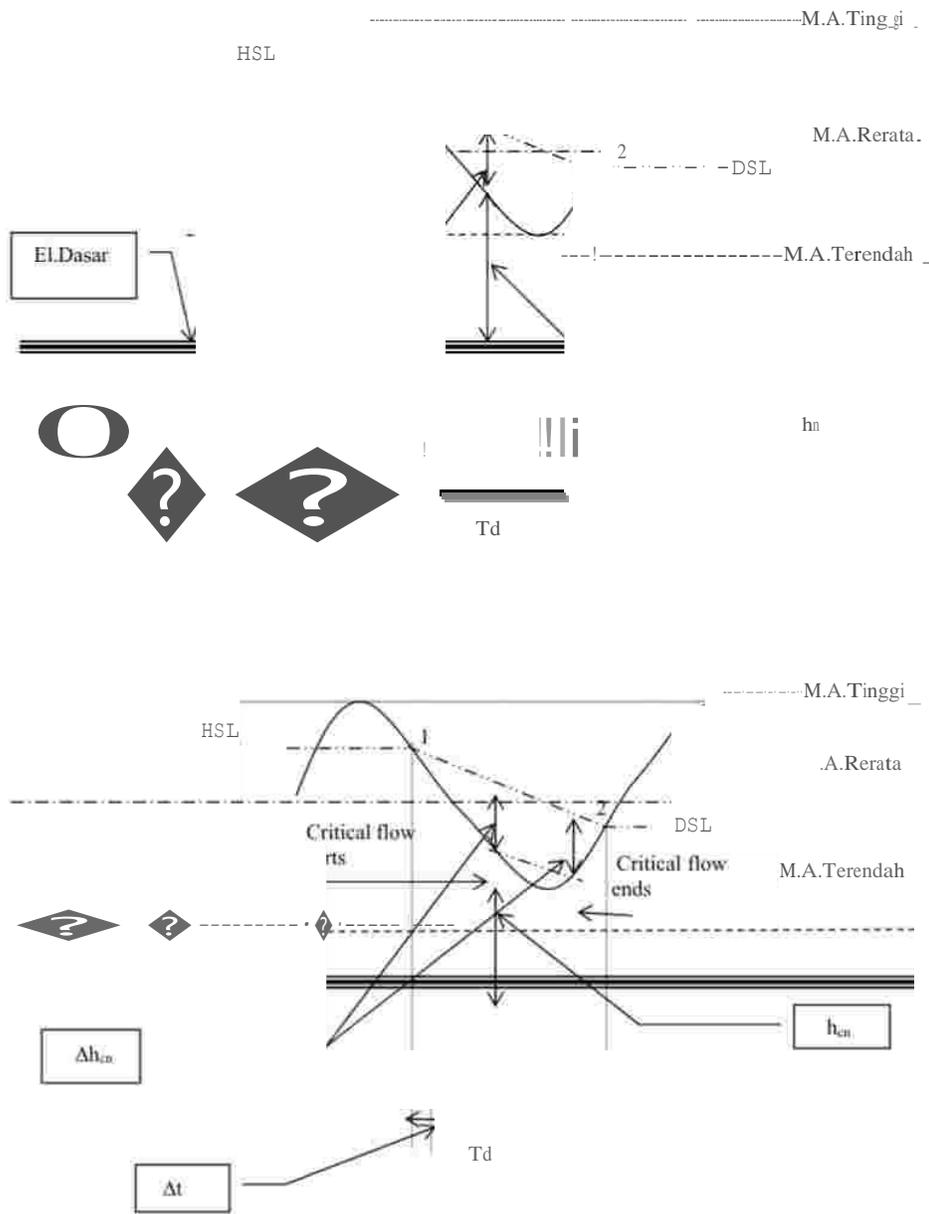
GERAKAN PASUT DI TITIK n



Gerakan Muka Air di TITIK I



Gambar.5.9. Gerakan Pasang Surut



Gambar.5.10. Pengaruh Gerakan Pasang Surut

Prosedur pengecekan kondisi aliran:

1. Bila $h_n > 2 \cdot L_{lin}$, aliran adalah sub kritis

Debit per unit waktu setiap interval M : $q_n = \mu \cdot l \cdot t \cdot h_n \cdot J \cdot 2g \cdot A_f \cdot z_n$

2. Bila $h_n = 2 \cdot L_{lin}$, aliran adalah kritis

Kedua kondisi tersebut dapat diplotkan pada gambar diatas:

3. Untuk setiap step ke- n dihitung besarnya debit:

$$q_n = m \cdot l \cdot t \cdot h_{cn} \cdot J \cdot 2g \cdot A_f \cdot z_{cn}$$

Penjumlahan semua nilai q_n merupakan volume potensial debit persatuan lebar pada siklus gelombang pasang surut. Rencana lebar pintu (*sluice*), ditentukan dengan persamaan:

$$b = \frac{Q}{\sum q_n}$$

dengan: Q = volume air yang harus dibuang/drain selama periode waktu T_d (time drainage).

$$Q = \frac{T_p}{T_u} \cdot D_m \cdot A$$

dengan:

Q = Volume air yang harus di buang selama periode waktu T_d

T_p = Periode pasang surut (24 jam. 50 menit)

T_u = Periode 1 hari (24 jam)

D_m = Drainase modul (lt/dt/ha)

A = Luas daerah pembuangan (ha)

Contoh Perhitungan:

Tinggi gelombang (rerata gelombang) seperti terlihat pada gambar.5.11. berikut:

- AHWL = + 4,38 m (rerata muka air tertinggi)

- ALWL = + 2,62 m (rerata muka air terendah)

- HSL = + 3,90 m (tampungan tertinggi)

-DSL = + 3,60 m (tampungan terendah)

- Drain modul = 50 mm/hari

- Areal Drainase = 5.000 Ha.

- Koefisien kekasaran $u = 1,2$ dan $m = 0,9$

Pertanyaan:

1. Berapa lebar pintu sluice yang dibutuhkan untuk areal tersebut?
2. Berapa tampungan yang dibutuhkan?
3. Cek/kontrol perhitungan.



Gambar.5.11. Gelombang Pasang Surut

Penyelesaian:

D). Tahap perhitungannya rencana lebar sluice adalah:

Tahap I:

Penentuan volume total air drainasi untuk pasang surut siklus satu hari:

$$Q = \frac{(24 \text{ jam } 50 \text{ menit})}{(24 \text{ jam})} * 50 * 10^{-3} * 5 * 10^7$$

24 jam 50 menit = siklus pasang surut

24 jam = kalender harian

$50 * 10^{-3}$ = modul drainase

$5 * 10^7$ = areal drainasi

Tahap II:

Penentuan periode waktu pembuangan/drain T1 dan T2

Tahap III:

Setiap periode waktu T dibagi menjadi interval waktu t-t yang lebih kecil:

$$t_1 = 3.000 \text{ detik}$$

$$t_2 = 2.700 \text{ detik}$$

Tahap IV:

Ukur t-h dan h di tengah-tengah setiap interval waktu t-t. Kemudian cek, apakah kondisi aliran sama untuk seluruh periode waktu drainasi.

Tahap V:

Hasilnya dibuatkan label 5.2. untuk T1 dan tabel.5.3. untuk T2 sebagai berikut;

Tabel.5.2. Pembuangan T1

No.	Shn	hn	g	t_w / l	u atau m	qn
1	0.12	2.77	9.81	3,000.00	1.20	15,301.09
2	0.38	2.48	9.81	3,000.00	1.20	24,377.85
3	0.63	2.10	9.81	3,000.00	1.20	26,579.18
4	0.93	1.87	9.81	3,000.00	1.20	28,756.44
5	0.88	1.89	9.81	3,000.00	1.20	28,271.91
6	0.89	1.85	9.81	3,000.00	1.20	27,830.35
7	0.87	1.84	9.81	3,000.00	1.20	27,367.14
8	0.79	1.88	9.81	3,000.00	1.20	26,645.47
9	0.61	2.04	9.81	3,000.00	1.20	25,406.63
10	0.30	2.32	9.81	3,000.00	1.20	20,262.85
Total $qn1$						250,798.92

Tabel.5.3. Pembuangan T2

No.	M	hn	g	t_w / l	μ atau m	qn
1	0.10	2.79	9.81	2,700.00	1.20	12,661.90
2	0.42	2.45	9.81	2,700.00	1.20	22,786.90
3	0.72	2.12	9.81	2,700.00	1.20	25,816.46
4	0.89	1.92	9.81	2,700.00	0.90	19,496.29
5	0.88	1.90	9.81	2,700.00	0.90	19,184.51
6	0.87	1.89	9.81	2,700.00	0.90	18,974.80
7	0.87	1.87	9.81	2,700.00	0.90	18,774.01
8	0.85	1.87	9.81	2,700.00	0.90	18,556.96
9	0.84	1.84	9.81	2,700.00	0.90	18,151.53
10	0.83	1.83	9.81	2,700.00	0.90	17,945.10
11	0.65	1.98	9.81	2,700.00	1.20	22,909.54
12	0.26	2.35	9.81	2,700.00	1.20	17,196.86
Total $qn2$						232,454.85

$u = 1,20$ (kondisi aliran sub kritis); dan $m = 0,9$ kondisi aliran kritis.

$$qn = u(\text{atau}(m)) \cdot 6.t \cdot hn \cdot 2g.Mn$$

Tahap VI:

Perhitungan lebar sluice:

$$(\text{Total } qn1 + \text{Total } qn2) \cdot b = Q$$

$$(250.671 + 232.336) \cdot b = 2,59 \cdot 10^6$$

$$b \text{ rencana} = 5,36 \text{ m}$$

dipilih 2 pintu dengan lebar masing-masing 3m atau 3 pintu dengan lebar masing-masing 2m. Biasanya dibuat lebih dari 1 pintu untuk tujuan operasi dan pemeliharaan.

2). Kebutuhan kapasitas tampungan.

Pada periode SI dan S2 air akan tertampung, karena tidak memungkinkan terjadi pembuangan. Drainage module 50mm/hari (atau $50 \cdot 10^{-3}$ m/hari). Berarti untuk areal 5000 ha menjadi $50 \cdot 10^{-3} \cdot 5000 \cdot 10^4$ atau $2,5 \cdot 10^6$ m³/hari atau sama dengan $0,1042 \cdot 10^6$ m³/jam.

Karena $S_1 > S_2$, dipilih SI, maka volume tampungan minimum yang dibutuhkan adalah: 3jam 50 menit $\cdot 0,1042 \cdot 10^6$ m³/jam. = $0,40 \cdot 10^6$ m³.

Perhitungan ini hanya memperhatikan kondisi gelombang pasang surut merata dengan mengabaikan pasang tertinggi (*spring tide*), surut terendah (*neap tide*) dan kondisi gelombang badai. Oleh sebab itu disarankan dimensi areal tampungan sekurang-kurangnya 1,5 kali.

3). Cek Perhitungan

Permulaan waktu pengecekan dimulai pada periode Si (lihat Tabel.5.4.):

T 1.54 Kebutuhan Tampungan

SI

Periode	Aliran masuk tampungan (10^6 m ³)	Aliran keluar tampungan (10^6 m ³)	Kebutuhan tampungan (10^6 m ³)
	SI *(dm/jam)= $3,833 \cdot 0,1042 = 0,40$		0,40
T1	T1 *(dm/jam)= $8,33 \cdot 0,1042 = 0,87$	Totqn1*b = $0,251 \cdot 5,36 = 1,35$	$0,40 + 0,87 - 1,35$ =-0,08
S2	S2 *(dm/jam)= $3,67 \cdot 0,1042 = 0,38$		0,38
T2	T2 *(dm/jam)= $9 \cdot 0,1042 = 0,94$	Totqn2*b = $0,232 \cdot 5,36 = 1,24$	$0,38 + 0,94 - 1,24$ =0,08
Perimbangan	Total aliran masuk =2,59	Total aliran keluar =2,59	

Tabel.5.4. diatas menunjukkan bahwa pada akhir gelombang pasang surut (periode T2) aliran masuk lebih besar dari aliran keluar, oleh sebab itu tampungan minimum yang dibutuhkan adalah $(0,08 + 0,40) \cdot 10^6$, sebagai ganti dari $0,40 \cdot 10^6$ m³.

Dari tabel tersebut timbul pula pada akhir periode T1 air dapat dikosongkan pada waktu kebutuhan tampungan menjadi $-0,08 \cdot 10^6$ m³.



Assumed
bottom level
1,00

Gambar.5.12. Gelombang Pasang Surut

Sumber: Kruk C.B., 1983 (dalam Suhardjono, 1997)

BAB 6

LOKASI-POTENSI - MANFAAT PASUT

6.1 Lokasi Daerah Pengembangan Pasang Surut

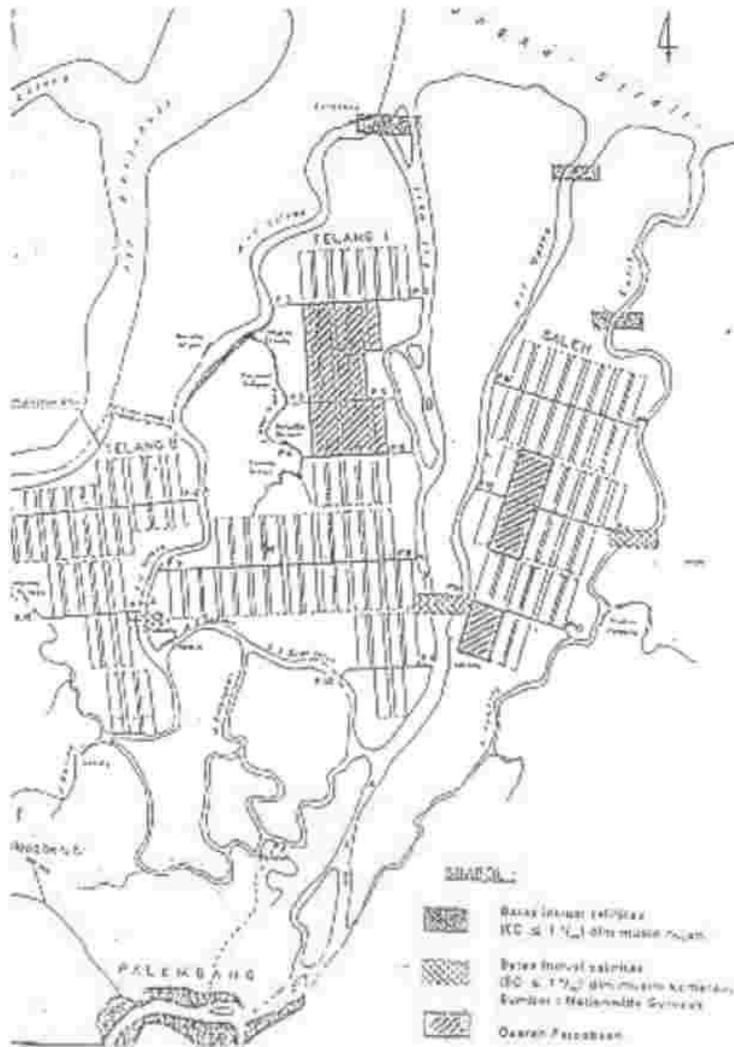
Pemerintah tahun 1957 mencanangkan untuk membuka suatu areal baru untuk mengatasi produksi pangan dan untuk penyebaran penduduk secara merata keseluruh wilayah negara kesatuan Republik Indonesia, maka pada tahun 1969 dinyatakan pembukaan daerah rawa pasang-surut secara besar-besaran, khususnya di Kalimantan dan di Sumatera.

Daerah rawa pasang surut yang telah dibuka diantaranya adalah:

6.1.1 Lokasi Panca Arga Sumatera Selatan(Gambar.6.1):



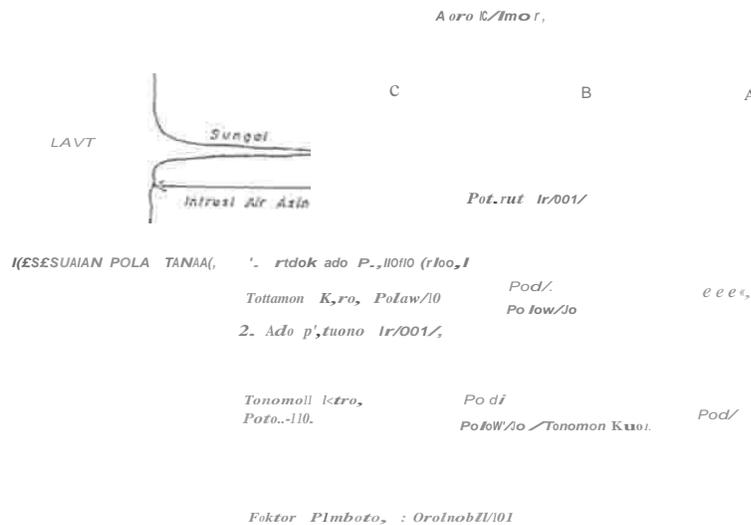
6.1.2 Lokasi Rawa Saleh Sumatera Selatan(Gambar.6.2):



Gambar.6.2. Daerah Rawa Saleh

6.2 Tipe Zoning Skala Makro

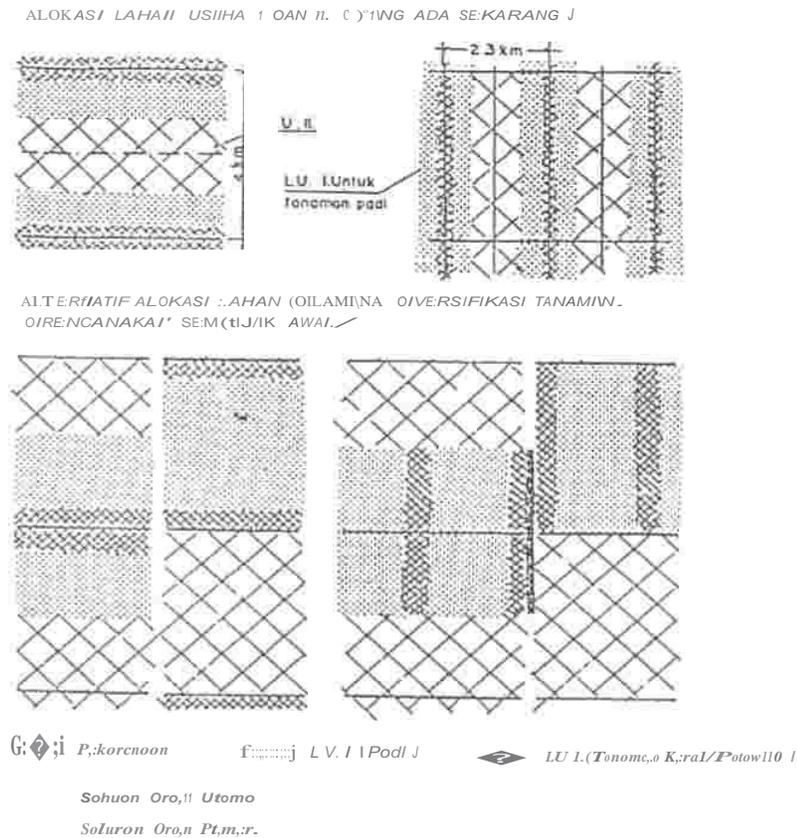
Diwilayah pasang-surut dapat dibagi atas beberapa zoning, secara makro dapat dikenal tiga pembagian wilayah zonasi dan kaitannya dengan potensi wilayah tersebut terutama untuk persawahan. Pembagian zoning tersebut dapat dilihat dalam skema gambar.6.4. sebagai berikut:



Gambar.6.4. Tipe Makro Zoning

6.3 Tipe Tata Letak

Tipe tata letak lahan usaha I, lahan usaha II, lahan pekarangan, dan sistem jaringan di lahan pasang surut, diantaranya adalah sebagaimana skema gambar.6.5. berikut ini:

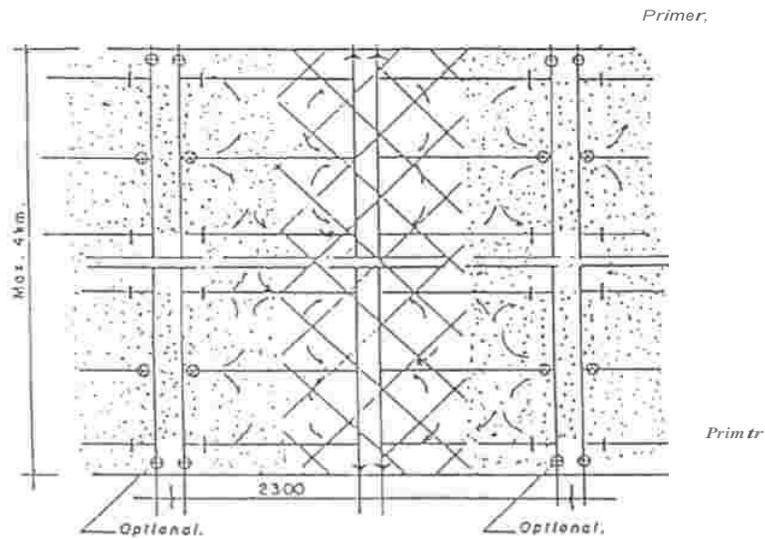


Gambar.6.5. Tipe Tata Letak

Gambar.6.5. Tata Letak

6.4 Tipe Jaringan Blok Sekunder

Diantara tipe jaringan di wilayah pasang surut adalah tipe jaringan pada blok sekunder untuk "po/a mixed farm", dengan skema gambar.6.6. sebagai berikut:

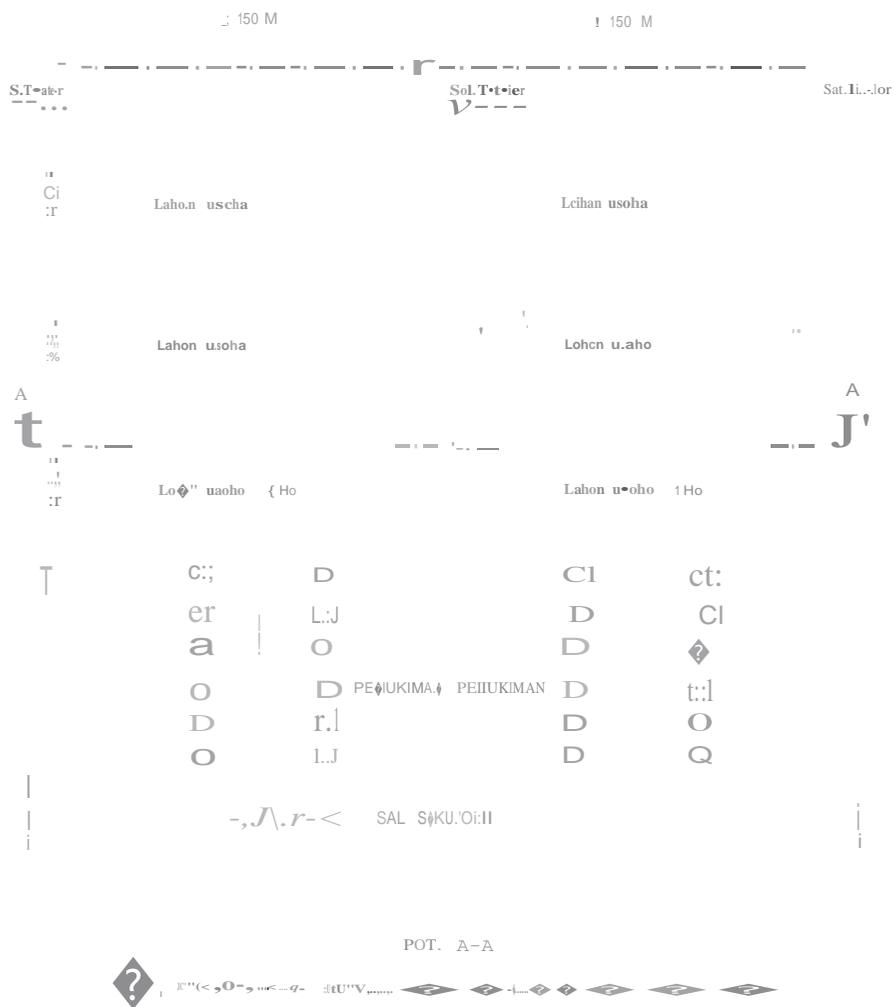


-  TAHAMAH KERAS
-  PAOI - PAOI.
-  POMPA
-  PIJITU KLEP.
-  PIUTU GE SER.
-  STOPLOG.

Gambar.6.6. Pola Mixed Farm

6.5 Tipe Tata Letak Lahan Pekarangan, Lahan Usaha

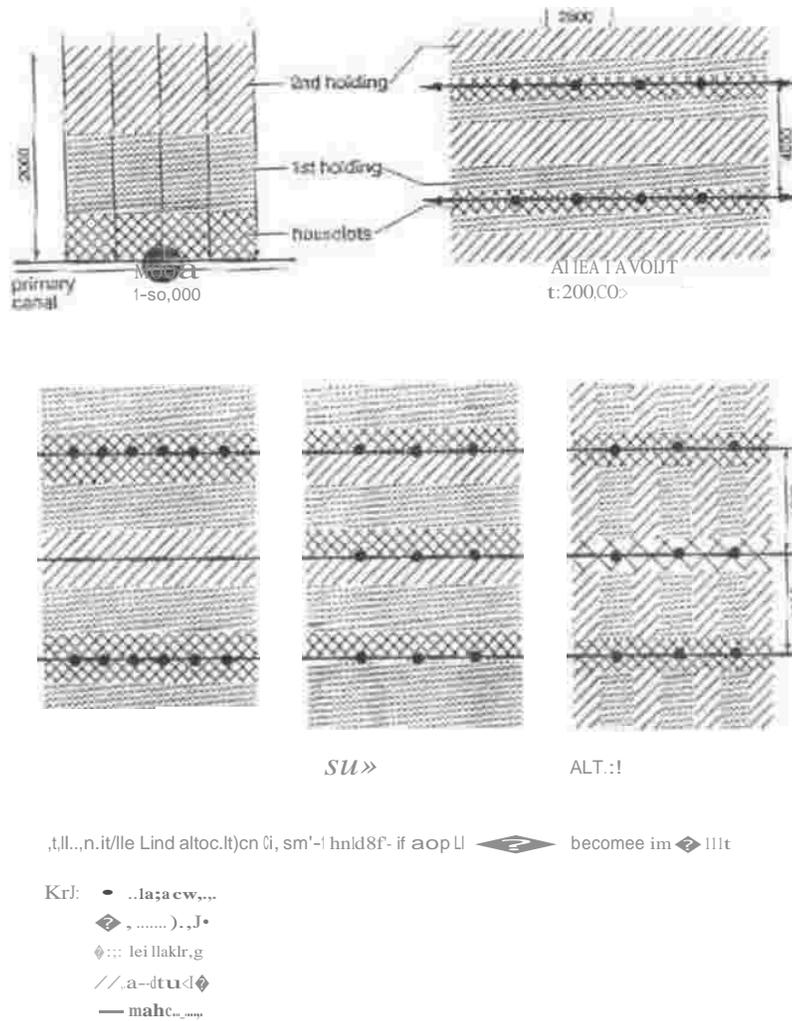
Sebagai salah contoh tipe tata letak lahan pekarangan, lahan usaha I, lahan usaha II pada blok sekunder dapat dilihat dalam skema gambar.6.7. sebagai berikut:



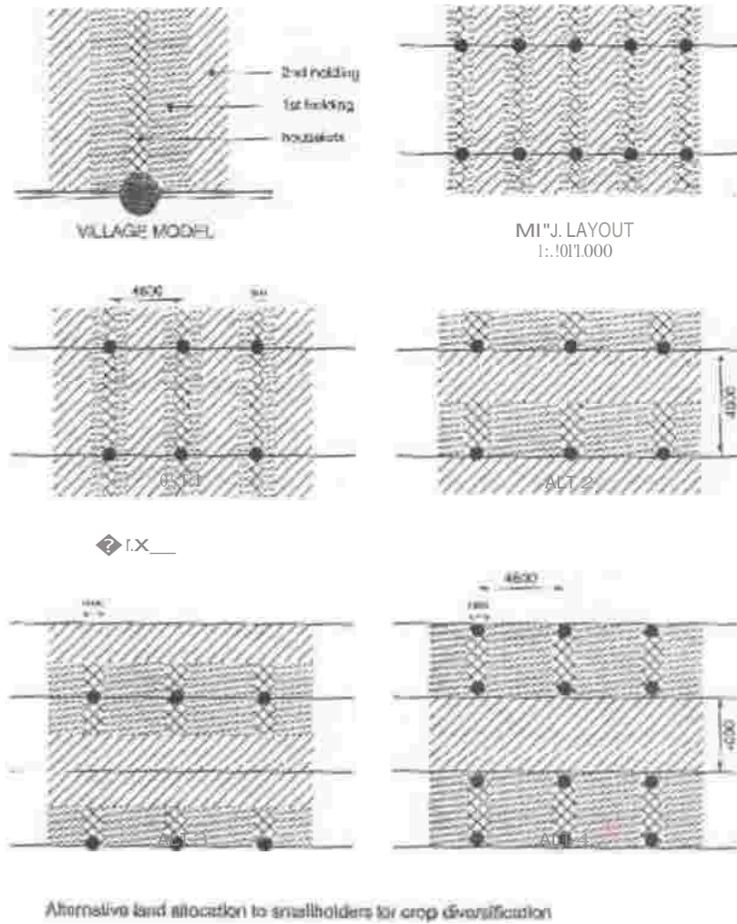
Gambar.6.7. Tipe Tata Letak Lahan Pekarangan

6.6 Alternatif Tipe Tata Letak

Berbagai tipe tata letak lahan usaha I, lahan usaha II, permukiman, sentra permukiman, dan kaitannya dengan diversifikasi tanaman dapat dikembangkan berbagai alternatif dalam skema gambar.6.8.a dan gambar 6.8.b. sebagai berikut:



Gambar.6.8. a.AltematifTipe Tata Letak



Gambar.6.8. b.AltematifTipe Tata Letak

6.7 Tipe Zona Pengembangan

Berbagai tipe pengembangan dapat dilakukan, diantaranya tipe zona pengembangan dengan penyesuaian pola jaringan dan diversifikasi tanaman, yang dapat dilihat dalam skema gambar.6.9. sebagai berikut:



Gambar.6.9. Tipe Zona Pengembangan

6.8 Tipe Anjir

Sistem Anjir atau Kanai yang menghubungkan antara dua sungai sudah lama dikembangkan diantaranya yang dikenal di wilayah pasang surut di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah atau yang dikenal sebagai wilayah "Delta Pulau Petak", dengan alternatif pengembangan sistem Tata Air Makro kedepan dapat dilihat dalam skema gambar.6.10. sebagai berikut:



Gambar.6.10. Altematif Pengembangan Tata Air Makro

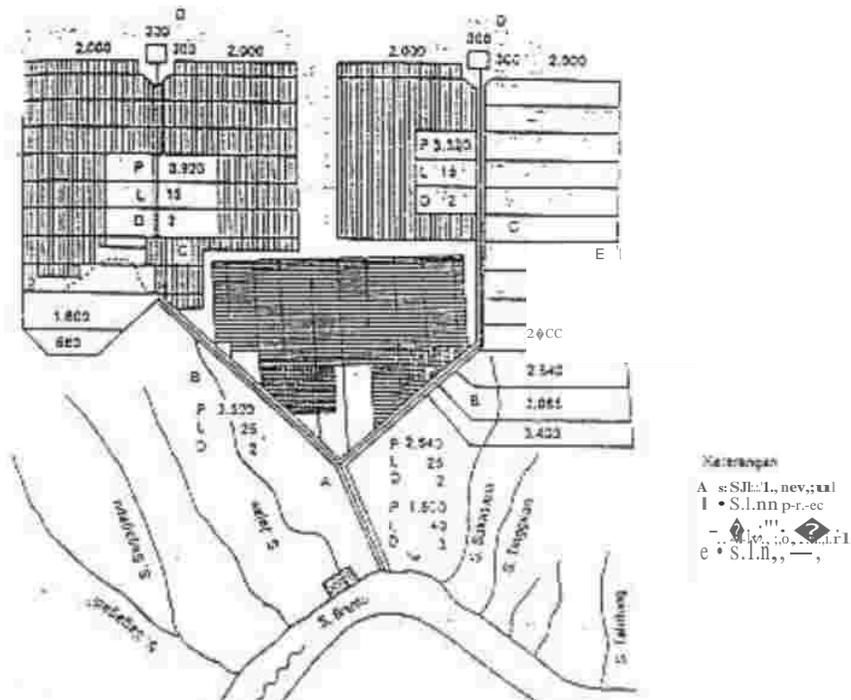
6.9. Maofaat Peogembaogao Sumberdaya Alam Pasaog Surut

1. Pertanian membutuhkan air dalam ukuran yang tidak kurang maupun berlebihan, tata air yang dicapai melalui bantuan kanal-kanal pasang surut sudah mampu memenuhi syarat-syarat minimum untuk itu.
2. Genangan air pada rawa-rawa asli yang dikenal selama ini rupanya tidak terlampau tinggi, sehingga masih tumbuh hutan-hutan lebat, pohon-pohon yang terdapat disitu kadang-kadang mencapai diameter 1 meter (terutama di Sumatera).
3. Genangan air itu menghalangi terjadinya proses oksidasi terhadap batang-batang atau ranting-ranting pohon yang mati, terjadi pembusukan yang menghasilkan bahan-bahan organik dengan nilai tinggi bagi pertumbuhan tanaman (gambut).
4. Sebaliknya air yang menggenang itu tidak menunjukkan adanya regenerasi zat asam pada airnya, terjadinya air yang asam.
5. Dengan bantuan kanal-kanal pasang surut, diperoleh gerakan *air* didaerah rawa secara mekanis, yang mengakibatkan kesempatan untuk memperkaya diri dengan zat asam. Dengan ini tercipta kondisi yang memungkinkan untuk melakukan cocok tanam, sejalan dengan itu keasaman air ikut berkurang.
6. Dalam kenyataannya keuntungan-keuntungan yang dicapai melalui kanal-kanal pasang surut sudah lama sekali dikenal oleh rakyat setempat dan sudah terdapat sawah-sawah rakyat yang berpijak pada hukum-hukum pasang surut itu. Dalam hat ini tentunya dengan kemampuan yang terbatas, pada umumnya hanya sekitar 2-3 Km dari tepi sungai saja.
7. Dengan meningkatnya pengetahuan dan kemampuan teknologi tentunya apa yang telah dirintis oleh rakyat itu dapat ditingkatkan mutu, kemampuan penggarapan serta produktivitasnya.

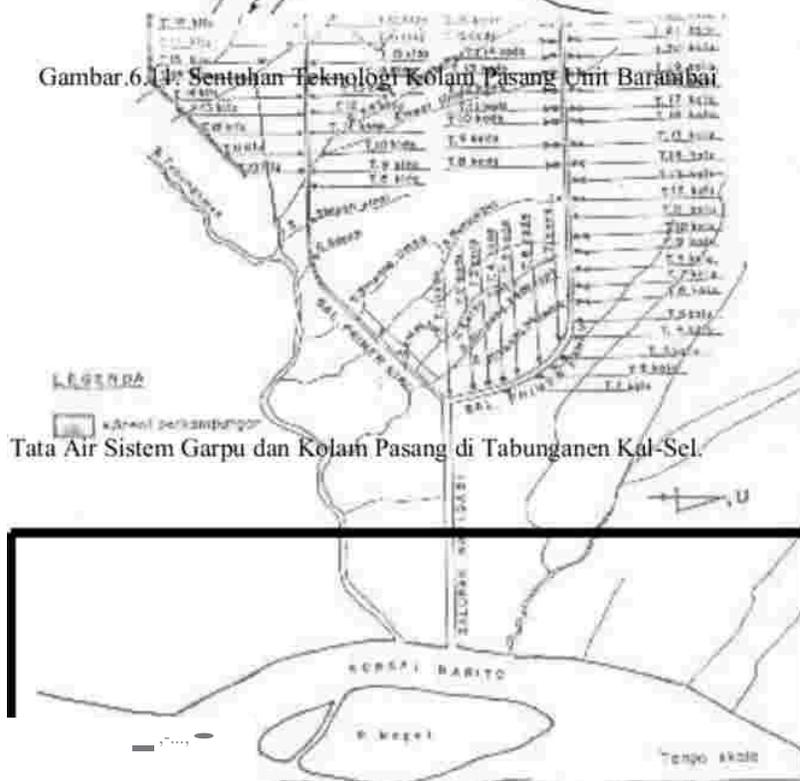
6.9.1. Pengembangan Rawa Pasang Surut

Tata Air Sistem Garpu dan Kolam Pasang yang dikembangkan di Barambai Kalimantan Selatan berdasarkan konsep teknologi tradisional petani

Bugis dan Banjar, dengan sentuhan teknologi Kolam Pasang dalam skema gambar.6.11. dan gambar.6.12. sebagai berikut:

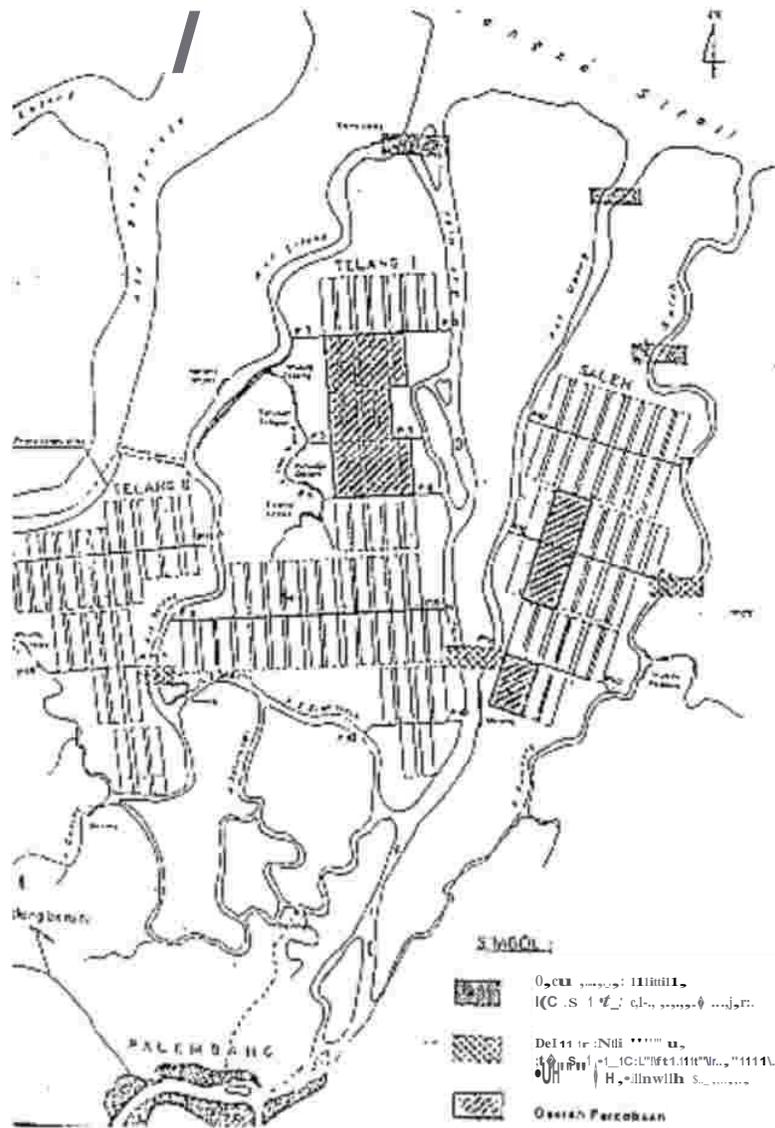


Gambar.6.14. Sentuhan Teknologi Kolam Pasang Unit Barabai

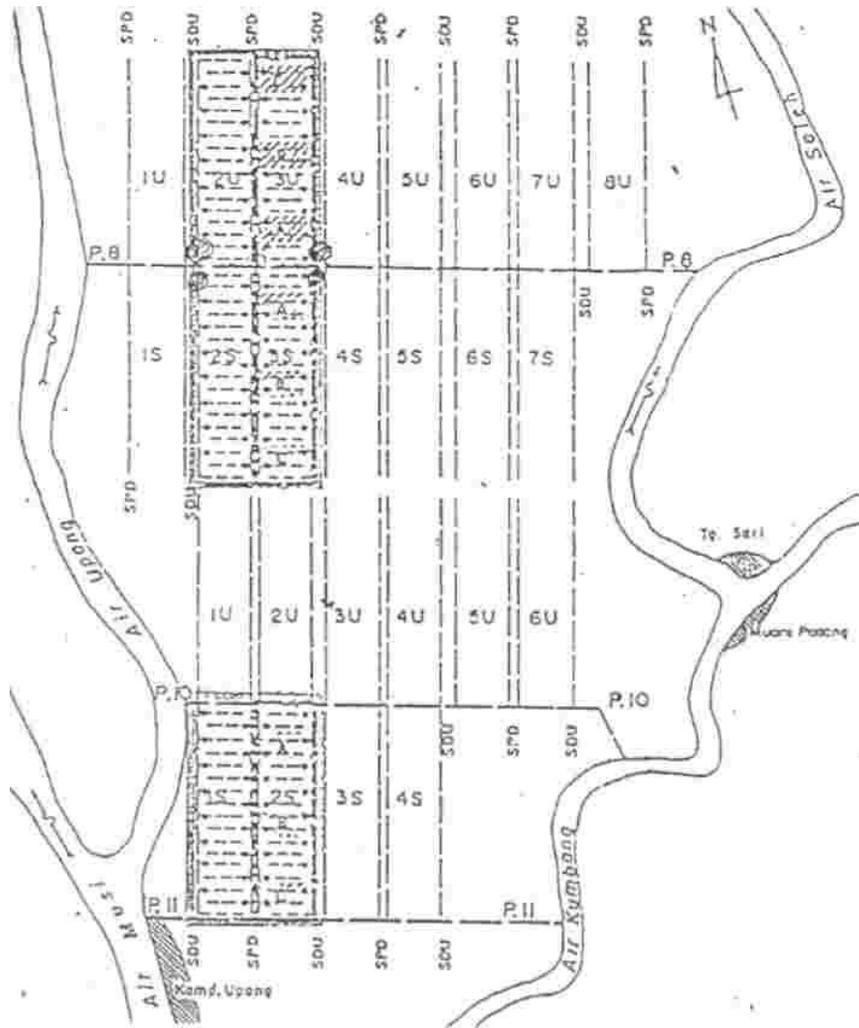


Gambar.6.12. Unit Tabunganen

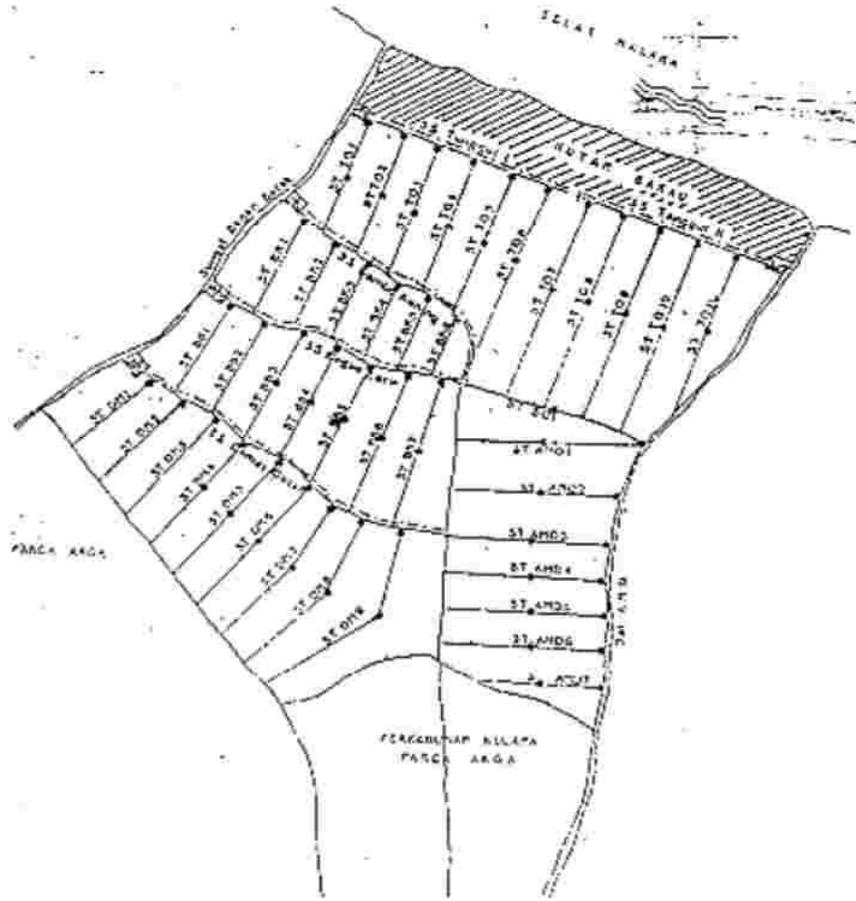
Tata Air Sistem Pintu dengan memanfaatkan teknologi hidraulika secara penuh skema gambar.6.13., gambar.6.14., dan gambar.6.15. di daerah Rawa Telang- Rawa Saleh— Panca Arga di Surnatera Selatan sebagai berikut:



Gambar.6.13. Sistem Pintu



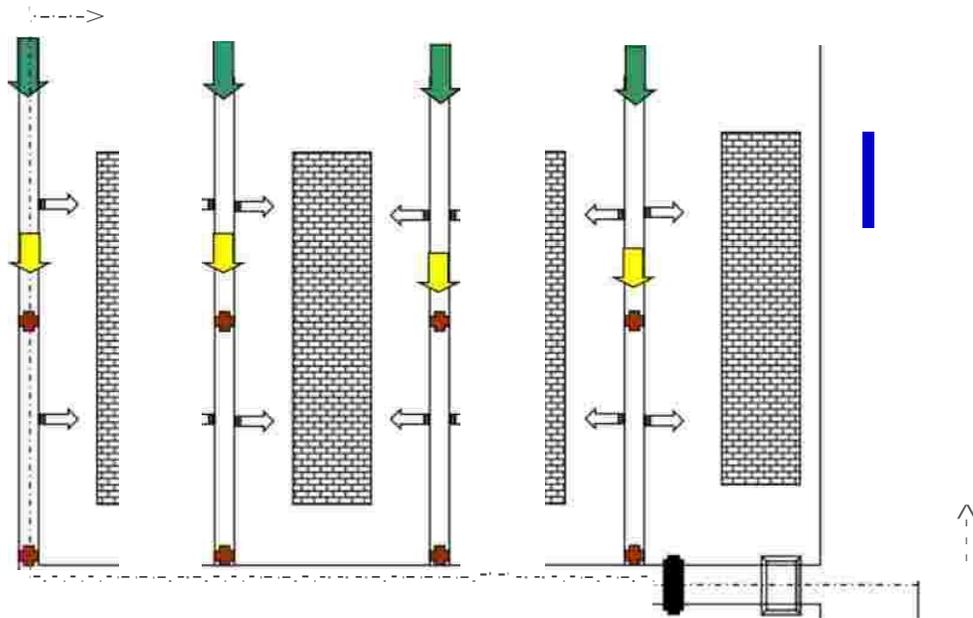
Gambar.6.14. Sistem Pintu Rawa Saleh



Gambar.6.15. Unit Rawa Panca Arga Sumatera Selatan

6.9.2. Sistem Pengelolaan Air di Lahan Rawa

Pengelolaan air di lahan rawa pasang surut khususnya di Rawa Panca Arga Sumatera Selatan dapat dilihat dalam skema gambar.6.16. sebagai berikut:



Keterangan:

..|| Saluran Sekunder

g Arah Pemberi Air

J Arah Drainase

J Saluran Sekunder

— Sawah

D Klcp Otomatis

I Pintu Sorong

— Balok Sekat



Gambar.6.16. Pengelolaan Air Panca Arga



Gambar.6.18. Sistem Tata Air Mikro

6.10. Manfaat Tenaga Pasang Surut

Pasang surut ditimbulkan oleh gaya tarik menarik Matahari dan Bulan, dalam hal ini berlakunya Hukum Newton tentang gaya tarik antara dua benda yang dirumuskan sebagai berikut:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

dengan:

r = jarak antara dua benda

G = angka konstanta $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$

$r_{\text{bumi-bulan}} = 3,8 \cdot 10^8 \text{ m}$

$r_{\text{bumi-matahari}} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$

$m_1, m_2 =$ masa benda 1, 2

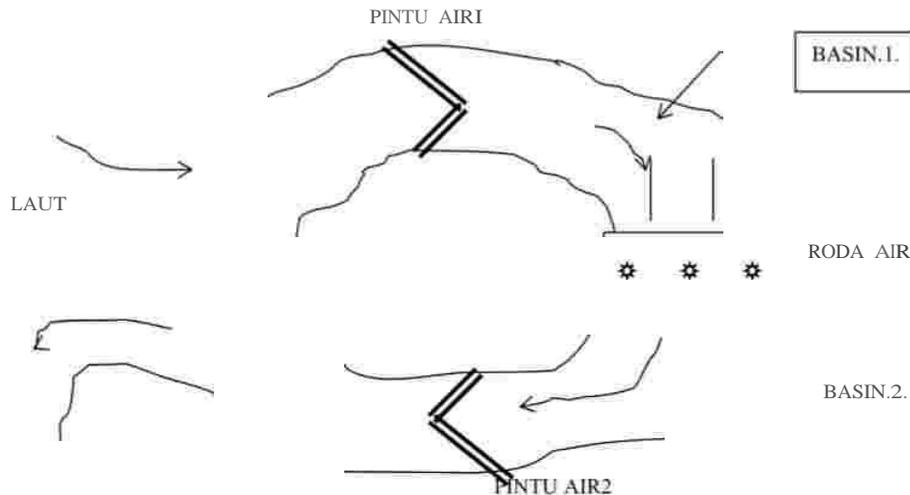
Pada kedudukan Bumi – Bulan – Matahari berada dalam satu garis lurus, akan terjadi pasang surut maksimal ("*spring tide*"), apabila kedudukan Bumi – Bulan – Matahari dalam garis tegak lurus, maka terjadi pasang surut minimal ("*neap tide*"). Perbedaan pasang surut di dunia dapat dilihat dalam tabel.6.1. sebagai berikut:

surut di beberapa tempat di dunia:

Tabel 6.1. Perbedaan pasang surut di beberapa tempat di dunia:		Sedang	Rerata
No.	Tempat	m	m
a.	Pantai Kanada	15,0	13,5
b.	Bristol Canal/Inggris	14,1	10,0
c.	St.Michel Perancis	13,5	8,1
d.	Laut Utara Eropa	5,0	3,7
e.	Indonesia	2-4	

1). Prinsip Roda Air

Jaman dahulu orang telah berhasil menjalankan roda air dengan memanfaatkan pasang surut air laut, dapat dilihat dalam skema gambar.6.19. sebagai berikut:



Gambar.6.19. Pintu Air

Ada dua macam pintu air yaitu:

- Pintu air .1. yang hanya dapat dibuka pada saat air pasang dan muka air laut lebih tinggi dari muka air di Basin.1.
- Pintu air.2. yang hanya dapat dibuka pada saat air surut dan muka air laut lebih rendah dari muka air di Basin.2.

Pada saat air pasang dan muka air di basin(!) turun sehingga dapat memberi air pada basin(2) melalui roda air, maka pintu air(1) dapat dibuka dan air masuk ke basin(!) dan selanjutnya mengikuti muka air laut yang sedang naik. Pada suatu saat ketika air laut sedang surut, maka air laut dapat lebih rendah dari muka air di basin(2).

Pada saat pintu air(2) dibuka dan ketuarlah air dari basin(2), masuk ke laut dan selanjutnya mengikuti surutnya air laut. Pada saat air laut naik, pintu air(2) ditutup dan pada suatu saat pintu air(1) dapat dibuka lagi, begitu seterusnya berlangsung siklus kejadian di atas.

Dengan pengaturan secara baik, akan selalu terdapat perbedaan muka air di basin(1) dan basin(2), sehingga roda air dapat terus berputar.

2). Pusat Listrik Tenaga Air

Membangun pusat listrik tenaga air dengan gunakan tenaga pasang surut air taut secara ekonomis dapat dipertanggungjawabkan bila terdapat:

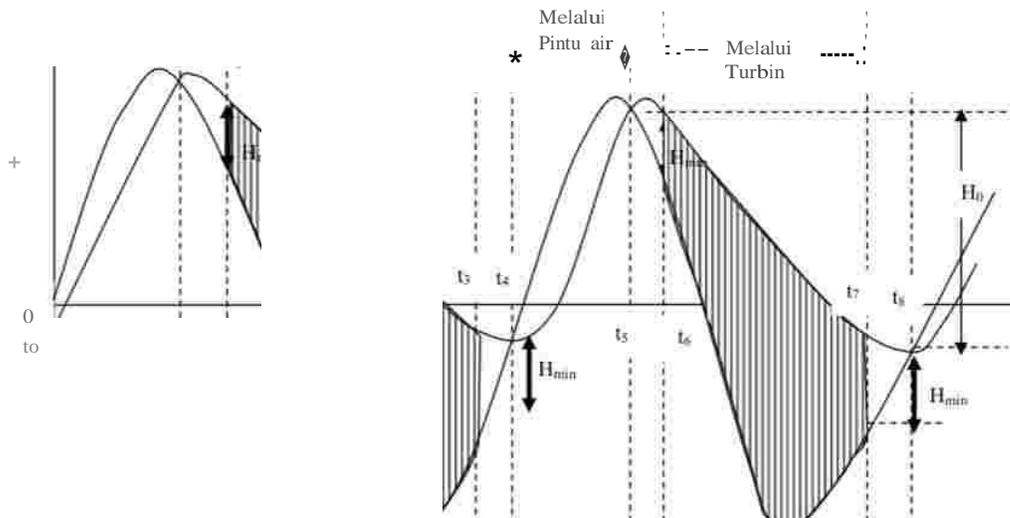
- a. Perbedaan tinggi antara air pasang dan air surut yang cukup besar.
- b. Basins alam yang dapat ditutup dengan mudah (bendungan penutup tidak begitu panjang).

Beberapa cara untuk mendapatkan tenaga listrik:

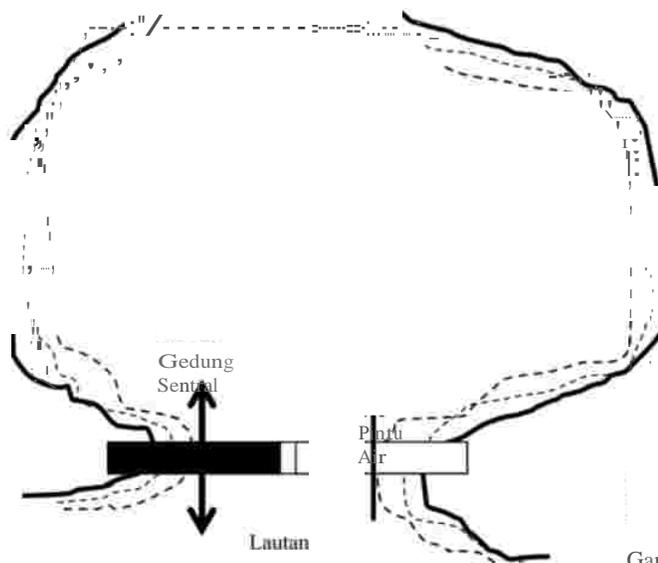
- a. Menggunakan satu basin:
 - a.1. Pada air surut dengan mengosongkan basin.
 - a.2. Pada air pasang dengan mengisi basin.
 - a.3. Pada air pasang dan surut.
- b. Menggunakan dua basin yang:
 - b.1. Bekerja sendiri.
 - b.2. Bekerja bersama.

I. PLTA Pada Air Surut

Gelombang Pasang surut: muka air diukur dari muka air taut rendah. (Gambar.6.20.)



$$T = 24h50' = 4 \times 62h$$



Gambar .6.20. Gelombang Pasang Surut

Pembangkit tenaga listrik uu hanya dapat dilakukan dengan mengosongkan basin (Gambar 6.21.). Pada saat t_0 , yaitu pada saat air dalam basin dan air laut sama tinggi dan air laut hendak naik, pintu air dibuka, maka air di dalam basin mengikuti air pasang dan pada saat t_1 , kedua muka air sama tinggi sedang air laut hendak turun,

Pada saat t_1 , pintu air ditutup sehingga muka air di dalam basin tidak berubah. Di luar basin muka air laut terus turun dan pada saat t_2 , perbedaan tinggi mencapai H minimum untuk menjalankan turbin. Pada saat ini katup turbin dibuka dan tenaga listrik mulai dihasilkan.

Dengan keluarnya air melalui turbin, muka air dalam basin turun dan grafiknya adalah garis lurus bila Q tetap sama dan dinding basin vertikal. Meskipun muka air di dalam basin turun karena muka air laut juga turun, suatu saat terdapat H maksimum, kemudian H menjadi kecil, dan pada saat t_3 , terdapat H minimum. Pada saat t_3 ini, katup turbin ditutup (pintu air sedang tertutup) hingga muka air dalam basin tidak berubah.

Pada saat t_4 , kedua muka air sama tinggi dan pintu air dibuka hingga air dalam basin mengikuti air laut di luar basin dan seterusnya seperti telah diterangkan diatas. Bila luas basin sebesar F km² dan turunnya air di dalam adalah H_0 meter dalam waktu t jam maka:

$$Q = \frac{FH_0}{3600t} \text{ m}^3/\text{detik}$$

dengan:

$$P_{maks} = \rho g Q H_{maks} \text{ Watt}$$

$$P_{maks} = 9,8 Q H_{maks} \text{ kW}$$

$$\eta = \eta_{turbin} \times \eta_{generator} \times \eta_{transformer} = 0,70 - 0,75$$

Energi yang dibangkitkan selama air melalui turbin atau selama waktu t :

$$E = \int_0^t P dt = 9,8 \int_0^t Q H dt$$

dan bila Q konstan maka:

$$E = 9,8 \cdot \eta \cdot Q \int_0^l H dt = 9,8 \cdot \eta \cdot Q H_m \cdot l \quad (H_m = H_{\text{rata-rata}})$$

$$\int_0^l H dt = H \cdot l$$

$$H_m = \frac{\int_0^l H dt}{l} \quad A$$

(A = luas yang diarsir)

Selama satu tahun terdapat $\frac{365 \times 24}{12 \cdot 25} = 705$ periode (waktu untuk satu kali pasang

surut = 1 periode = 12 jam 25 menit).

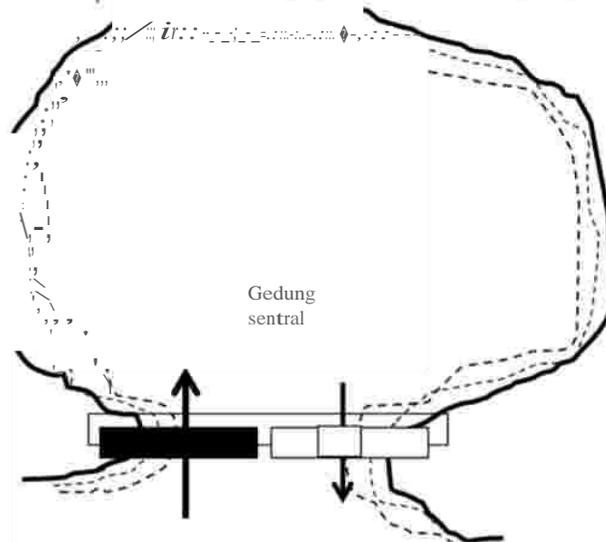
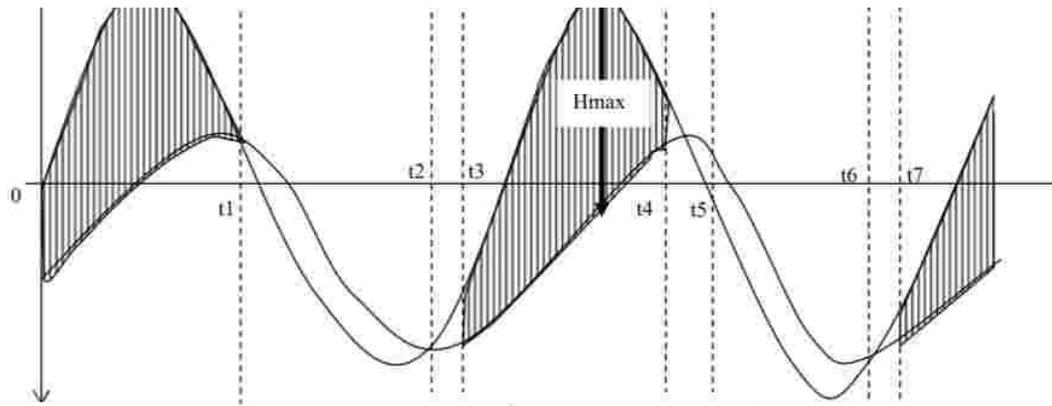
$$E = 705 \times 9,8 \cdot \eta \cdot Q \cdot H_m \cdot l = 705 \times 9,8 \eta \times \frac{10^6}{3600} \cdot F \cdot H_0 \cdot \frac{A}{l} \quad \text{kWh/thn}$$

Dengan efisiensi = 0,725, maka diperoleh

$$E = \frac{1,4 \cdot F \cdot H_0 \cdot A}{l} \quad \text{juta kWh setahun}$$

Dapat dilihat dalam gambar.6.21, gambar.6.22., gambar.6.23. sebagai berikut:

Melalui pintu air ... Melalui Turbin ...



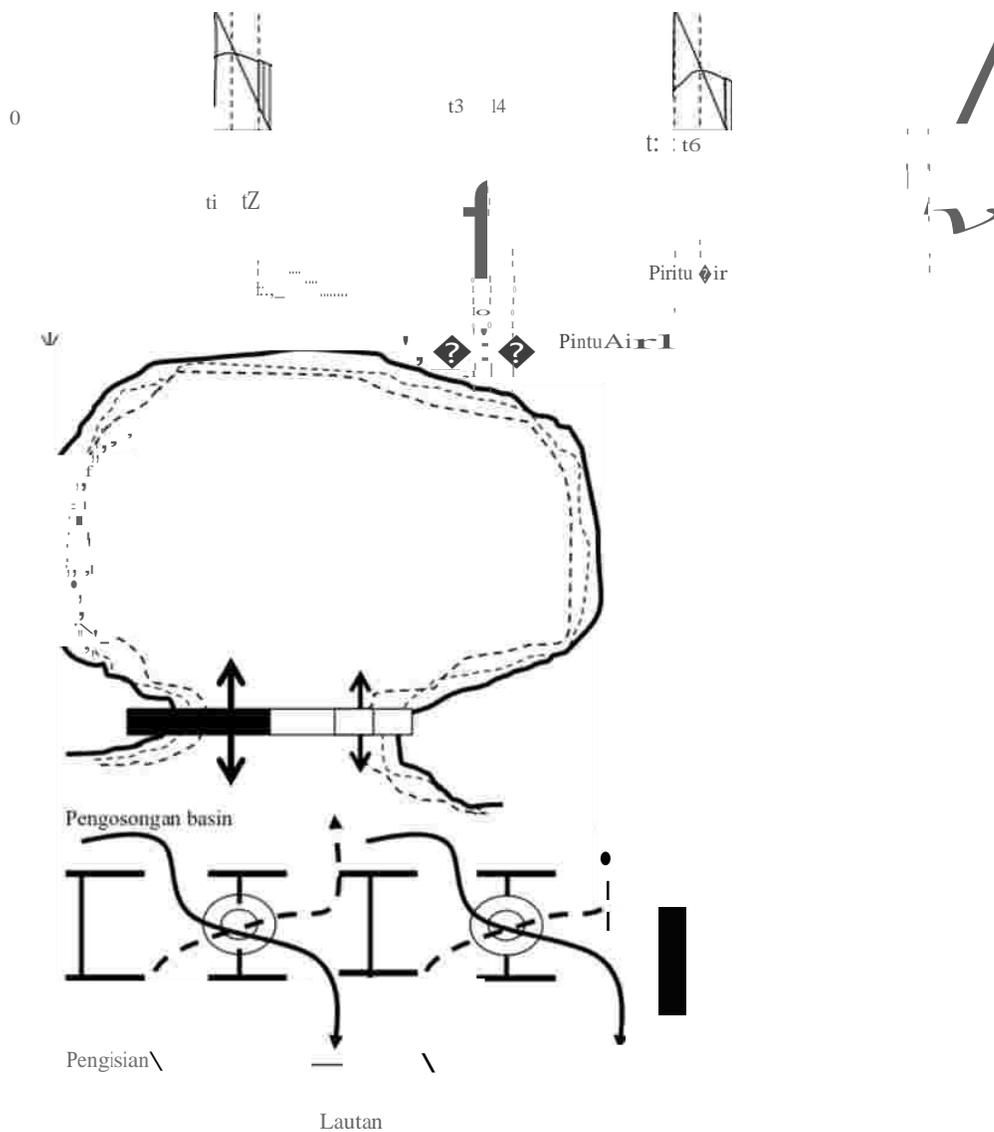
Lautan

Gambar .6.21.

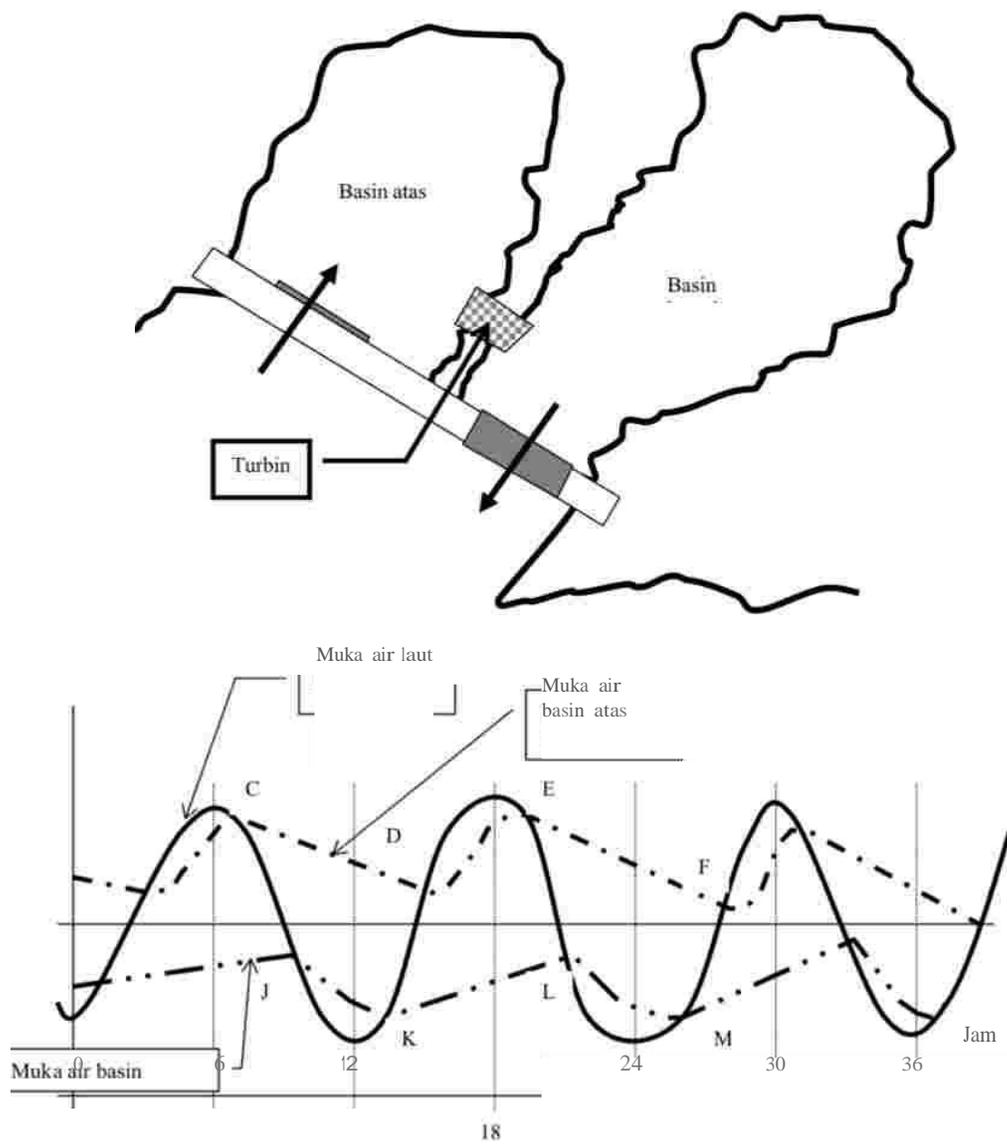
Air surut
(pengosongan)

Air pasang
(oenuisian)

4



Gambar.6.22



Gambar.6.23.

2. PLTA pada Air Pasang

Pada saat t_1 (lihat gambar.6.22.), muka air di basin sama tinggi dengan muka air taut diluar, sedang air taut surut. Pada saat ini pintu air dibuka sehingga air dalam basin dapat mengikuti air taut yang sedang surut.

Pada saat t_2 air taut hendak naik, pintu air ditutup sehingga muka air dalam basin tidak berubah. Di luar air taut terus naik sehingga pada saat t_2 terdapat perbedaan tinggi sebesar H_{minimum} . Pada saat ini katup turbin dibuka sehingga terjadilah pembangkitan tenaga listrik, Di luar basin, air taut terus naik sehingga membuat perbedaan tinggi makin besar, selanjutnya mencapai H_{maksimum} , kemudian berkurang oleh karena air taut surut.

Pada saat t_4 terdapat H_{minimum} , katup turbin ditutup dan pintu air dibuka pada saat t_5 saat tinggi air dalam basin sama dengan air taut di luar, Air di dalam basin kemudian mengikuti air taut dan seterusnya.

3. Perbandingan PLTA pada Air Surut dan PLTA pada Air Pasang

Dari grafik dapat dilihat bahwa luas yang diarsir sama, hal ini hanya mungkin bila Q , H_{min} , H_{maks} adalah sama, dan kejadian ini hanya mungkin bila dinding basin adalah vertikal.

4. PLTA pada Air Pasang dan Air Surut dengan menggunakan Satu Basin

PLTA ini bekerja pada saat mengosongkan dan mengisi basin (Gambar.6.23.). Pada saat t_1 , ketika muka air taut sama dengan muka air dalam basin, pintu air ditutup dan katup turbin ditutup. Muka air dalam basin tidak berubah sedangkan muka air taut terus menerus. Pada saat t_2 , ketika terdapat perbedaan H_{minimum} untuk menjalankan turbin, katup turbin dibuka sehingga tenaga listrik dapat dibangkitkan, Pada saat t_3 , ketika terdapat lagi H_{minimum} katup turbin ditutup dan pintu air dibuka sehingga air dalam basin dapat keluar dan Pada saat t_4 , muka air dalam basin sama dengan muka air laut. Pada saat itu pintu air ditutup sehingga muka air dalam basin tidak berubah sedangkan diluar muka air laut naik. Pada saat t_5 , ketika perbedaan tinggi kedua muka air sebesar H_{minimum} , katup turbin dibuka, air laut mengisi basin melalui turbin. Pada saat t_6 , katup turbin ditutup dan pintu air dibuka, muka air dalam basin naik sehingga sama dengan muka air taut. Pada saat itu t_7 , pintu air ditutup, muka air dalam

basin tetap sedang muka air taut surut. Dan pada perbedaan tinggi sebesar Hminimum (t8) katup turbin dibuka, dan seterusnya.

Pernmasalahannya adalah membuat konstruksi turbin yang dapat bekerja dua arah. Grafik penggunaan air laut (Gambar.6.23), menunjukkan bahwa ada periode dimana sentral tidak bekerja, ini hal ini tidaklah menjadi masalah, karena semua sentral pembangkit dihubungkan satu dengan lain melalui hantaran tegangan tinggi sehingga satu dan yang lain sating mengisi.

2).5. PLTA pada Air Pasang dan Air Surut dengan menggunakan Dua Basin

Untuk mengatasi waktu sentral tidak bekerja bila menggunakan satu basin, diatas dengan dua basin bila topografi memungkinkan, yaitu sentral yang satu bekerja pada waktu pasang dan yang lain bekerja pada air surut. Hal tersebut nampak dari superposisi dua grafik (Gambar.6.21. dan Gambar.6.22.), yang akan lebih baik lagi jika kedua basin bekerja sama (Gambar.6.23.).

Muka air dalam basin atas selalu lebih tinggi dari muka air laut rerata. Sedangkan muka air basin bawah lebih rendah dari dari muka air taut rerata. Air pasang masuk basin atas melalui pintu air(1) dan air dalam basin bawah keluar melalui pintu air(2) pada air surut. Muka air basin atas selalu lebih tinggi dari muka air basin bawah, dengan demikian selalu ada aliran dari basin atas ke basin bawah sehingga selalu ada pembangkitan tenaga listrik.

Basin atas diisi melalui pintu air(1) pada saat air taut naik selama waktu tertentu, hingga dicapai muka air pasang tertinggi. Pada saat muka air basin atas setinggi muka air laut yakni pada titik C, pintu air ditutup untuk mencegah keluarnya air ke taut. Air dari basin atas selalu mengalir ke basin bawah, sehingga muka air basin atas turun hingga titik D, dan muka air basin bawah naik ke titik J. Pada titik J muka air laut dan muka air basin bawah sama tinggi dan pintu air(2) dibuka, sehingga air dari basin bawah mengalir keluar mengikuti surutnya air taut.

Meskipun basin bawah ini tetap menerima air dari basin atas, tetapi karena keluarnya air dari basin bawah jauh lebih besar dari pengisian oleh basin atas, maka muka air turun mengikuti air laut hingga ketitik K. Pada titik K muka air basin bawah setinggi muka air laut dan pintu air(2) ditutup. Sesudah titik K muka air basin bawah terus naik karena menerima air dari basin atas hingga titik L.

Pada titik D pintu air(!) dibuka dan air taut masuk ke basin atas. Muka air di basin atas kemudian mengikuti muka air taut dan pada saat sama tinggi di titik E, pintu air(I) ditutup dan seterusnya.

BAB 7

PENGELOLAAN LABAN

7.1. Sejarah Pengembangan

Sejarah perkembangan ilmu pengetahuan, politik, kebudayaan selalu dimulai dari tepian sungai dan pantai, demikian pula halnya dengan pembangunan daerah pasang surut di Indonesia yang tercatat dimulai sejak abad ke-13 masehi, pada saat kerajaan Majapahit mulai mengadakan perluasan pengaruh sampai ke Kalimantan yang dimulai dari pantai selatan. Secara khusus di Kalimantan Selatan perkembangan dimulai di tepian sungai Martapura dan sungai Barito. Di daerah Kalimantan Barat, perkembangan daerahnya dimulai ketika Parabu Jaya yang merupakan salah satu keturunan Raja Brawijaya dari Majapahit pada abad ke-13 masehi yang dimulai dengan membuka lahan pemukiman di sungai Pawan Ketapang. Sebagai daerah yang mulai berkembang dan dapat menarik banyak orang untuk tinggal menetap, dan mereka berasal dari berbagai suku bangsa. Untuk dapat memenuhi kebutuhan pangan maka, diusahakanlah pembangunan saluran-saluran air yang dapat mengatur ketersediaan air untuk tanaman dan kebutuhan sehari-hari, serta sebagai sarana transportasi air (perairan daratan).

Pada masa awal mereka tinggal di daerah rawa-rawa ditepi sungai, dengan demikian mereka sangat memahami manfaat dari gerakan air pasang surut. Waktu pasang air sungai masuk ke rawa-rawa dan waktu surut air kembali ke sungai. Daerah yang terpengaruh gerakan pasang surut air ini biasanya dapat ditanami padi dan jenis tanaman lain dengan baik. Tanah rawa tepi sungai ini makin lama makin habis atau dengan kata lain semakin jauh dari tempat tinggal mereka, maka mulailah mereka meluaskan pengaruh pasang surut kearah pedalaman, dimulailah pembangunan parit-parit dari sungai masuk kedalam daerah rawa, dengan harapan agar air sungai bisa keluar masuk daerah rawa melalui parit-parit tersebut. Dengan proses aliran air pasang surut tersebut, makin lama tanah disekitar parit menjadi baik dan dapat ditanami padi.

Pada tahun 1890 Anjir Serapat sepanjang 28 km yang menghubungkan sungai Kapuas dan sungai Barito mulai digali, pertama-tama penggalian dilakukan

dengan tangan. Tujuan utama dari penggalian Anjir ini adalah untuk jalur lalu lintas air. Pada tahun 1935 Anjir ini diperlebar dan diperdalam dengan kapal keruk. Sebagai dampak positif dari pembangunan anjir ini maka tata air di daerah sekitarnya menjadi baik dan cocok untuk persawahan, sejak saat itulah secara spontan banyak orang yang membuka persawahan di daerah tersebut.

Pembuatan jalan raya di sekitar kota Banjarmasin tercatat pada sekitar tahun 1920, dengan cara menggali dan mengurug hasil galian untuk dijadikan badan jalan, dengan demikian secara tidak langsung pembangunan jalan sekaligus membangun saluran drainasi untuk daerah sekitar jalan. Terbentuknya daerah kering dan adanya fasilitas transport maka mulailah orang tertarik dan bertempat tinggal di situ dan membuka usaha pertanian khususnya padi. Usaha pertanian ini berkembang dan berhasil dengan baik, sehingga terkenal suatu daerah yang subur dan dikenal sebagai gudang beras kota Banjarmasin yaitu daerah "Gambut" (oleh karenanya pasar di daerah ini dinamakan "KINDAI LIMPUAR").

Berdasarkan kenyataan bahwa orang-orang pada jamannya telah berhasil membuka sawah di daerah pasang surut, maka pada tahun 1957 oleh Pemerintah diputuskan untuk membuka persawahan pasang surut secara besar-besaran.

Pada saat petamanya pembukaan lahan pasang surut dipakai sistem kanalisasi. Pelaksanaan proyek kanalisasi ini akan dimulai di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Disamping kanal yang merupakan saluran primer Pemerintah menggali pula saluran sekunder dengan harapan drainasi di daerah itu dapat berjalan lancar. Sebagai proyek percontohan adalah "Pilot Proyek Basarang". Kemudian pada tahun 1969 ditetapkan oleh Pemerintah sebagai awal dari pembukaan persawahan pasang surut secara besar-besaran. Pertama dicanangkan untuk dibuka adalah 5.250.000ha. sawah yang meliputi daerah Sumatera dan Kalimantan dalam waktu 15 tahun sejak tahun 1969.

Proses perkembangan persawahan pasang surut antara lain dipengaruhi oleh interaksi dari teknologi tradisional dan teknologi dari luar yang mendorong Pengairan Pasang Surut berkembang dengan pengaruh teknologi yang beragam terutama yang cocok dengan keadaan lingkungan setempat. Suatu pemilihan teknologi yang tepat yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat akan sangat

diperlukan guna mendapatkan laju perkembangan yang mantap tanpa banyak menimbulkan kerugian bagi lingkungan.

7.2. Potensi Persawahan Pasang Surut

Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi pangan adalah melaksanakan ekstensifikasi pertanian, dengan cara pembukaan dan pengembangan daerah persawahan pasang surut di luar pulau Jawa. Selain bahwa pembukaan atau pengembangan lahan pasang surut untuk meningkatkan produksi pangan, juga membantu penyebaran penduduk dan penyerapan tenaga kerja, dan biaya juga relatif murah.

Sumberdaya alam rawa di Indonesia yang meliputi kurang lebih 17% dari luasan daratan, yaitu kurang lebih 39.424.500Ha (lihat Tabel.7.1), yang terdiri dari luasan rawa pedalaman kurang lebih 324.500Ha dan luasan rawa pantai (pasang-surut kurang lebih 7.000.000Ha)(lihat. Tabel.7.2.).

Tabel 7.1.: Luasan sumberdaya alam rawa di Indonesia

Pulau	Perkiraan sumberdaya		Jumlah (Ha)
	Pasang surut (Ha)	Rawa-Pedalaman (Ha)	
Sumatera	2.345.000	10.866.000	13.211.000
Kalimantan	2.268.000	10.496.000	12.764.000
Sulawesi	84.000	385.000	469.000
Irian Java	2.303.000	10.677.500	12.980.500
Jumlah	7.000.000	32.424.500	39.424.500

Sumber: Dir.jenPengairan, 1981

Tabel.7.2.Rawa Pasang Surut— Rawa Pantai (Menurut Dep.PUTL di 6 Propinsi):

Pulau	Perkiraan sumberdaya	
	Pasang surut (Ha)	
Kal-Sel-Teng	1.720.000	
KaiBar	30.000	
KalTim	270.000	
SumUt.Bg.Timur	2.485.000	
SumUt.Bg.Barat	395.000	
SumSel.Bg.Timur	2.250.000	
SumSel.SQ.Barat	190.000	
Jumlah	7.340.000	

Tingkat kesesuaian lahan di 3(tiga) pulau besar di Indonesia dapat dilihat dalam table.7.3. sebagai berikut:

Tabel.7.3. Tingkat Kesesuaian Lahan Rawa Pasang Surut (Ha)

Pulau	Tingkat Kesesuaian			Sub Jumlah (Ha)
	Diusahakan (Ha)	Kurang sesuai (Ha)	Cocok (Ha)	
Sumatera	2.089.100	6.301.800	1.330.100	9.721.000
Kalimantan	1.189.200	4.472.300	1.392.500	7.054.000
Irian Java	-	4.990.625	2.808.125	7.798.750
Jumlah	3.278.300	15.764.725	5.530.725	24.573.750

Sumber: Darmanto(1992)

Laban diusahakan adalah lahan yang sekarang ini diusahakan untuk sawah ataupun perkebunan. **Laban kurang** sesuai untuk pertanian adalah lahan yang masih berupa hutan mangrove, gambut tebal maupun lahan yang selalu terganggu oleh bahaya banjir. Lahan ini sulit untuk diusahakan sebagai lahan usaha pertanian. **Laban yang sesuai (Cocok)** untuk pertanian adalah lahan yang masih berupa rawa-rawa dengan kondisi drainasi yang kurang baik, dipengaruhi oleh gerakan pasang surut dan dengan reklamasi akan mempunyai potensi untuk dikembangkan.

Kesuburan tanah gambut(lihat Tabel.7.4.). Sebagian besar gambut di Indonesia bereaksi masam. Kemasaman dengan pH sekitar 4,0 adalah umum dijumpai, bahkan dalam keadaan tertentu kurang dari 3,0. Umumnya pH gambut pantai lebih tinggi dibandingkan gambut pedalaman karena kandungan kalsium

dan magnesiumnya sangat tinggi. Dalam suasana asam, dapat dijumpai kadar aluminium yang tinggi terutama jika kadar mineral gambut cukup tinggi, Keadaan yang sangat asam dapat terjadi jika gambut yang mengandung pirit dikeringkan, terutama jika lapisan piritnya dekat kepermukaan. Oleh karena itu tidak disarankan melakukan pembalikan gambut yang mempunyai lapisan pirit dekat permukaan. Kelarutan aluminium pada taraf tertentu akan bersifat meracuni tanaman sehingga perkembangan akar sangat terhambat dan dapat menyebabkan unsur P kurang tersedia bagi tanaman.

Tabel 7.4 Klasifikas, kesuburan gambut.

Parameter	Klas kesuburan		
	Rendah(miskin)	sedang	Tinggifsubur)
PH	4,00	4,00—5,00	5,00
-total	0,20	0,20—0,50	0,50
P-tersedia	20,00	20,00	— 40,00
K-tersedia	0,39	40,00	0,78
(%)	0,86	0,39—0,78	2,50
K ₂ O (%)	0,03	2,00	0,10
P ₂ O ₅ (%)	0,05	0,10	0,25
Ca(%)	0,25	0,20	4,00
Abu(%)	2,00	1,00	10,00
		5,00	

Keadaan unit Barambai Kalimantan Selatan dengan jumlah penduduk 1304 kepala keluarga dengan 5.424 jiwa. Tanaman padi seluas 1800 Ha; Palawija seluas 109 Ha; Pekarangan seluas 258 Ha. Perkembangan Produktivitas dapat dilihat dalam table.7.5. sebagai berikut:

Tabel.7.5. Produktivitas Gabah Unit Barambai Kai-Se!

Produktivitas gabah unit Barambai		
Tahun	Jlh.Produksi(ton)	Produktivitas(ton/Ha)
1971	43,5	-
1972	355,4	2,185
1973	1380,-	1,321
1974	3225,-	2,300
1975	3600,-	2,518
1976	3184,-	2,006
1977	4800 -	2 725

Sumber: Darmanto, 1992/1993

Keadaan Unit Tamban Luar dengan Penduduk 1209 kepala keluarga dengan 6.509 jiwa, sawah seluas 2016 Ha; Pekarangan seluas 288 Ha, dengan tingkat produktivitas dalam table.7.6. sebagai berikut.

Tabel.7.6. Produktivitas gabah Unit Tamban Luar:

Tahun	Produktivitas(ton/Ha)
1972	3,760
1973	1,945
1974	3,383
1975	2,765
1976	2,628
1977	2 860

Sumber: Darmanto, 1992/1993

Kemampuan petani transmigran membuka tanah sawahnya, maka perkembangan luas sawah yang dapat digarap dapat dilihat dalam tabel 4.2.Luas dan produksi Tanaman Utama di Barambai, Kalimantan Selatandalam tabel .7.7. sebagai berikut:

Tabel.7.7.: Luas dan Produksi Tanaman Utama di Barambai Kalimantan Selatan.

Tahun	Padi		Jazunz		Ketela Pohon	
	Luas (Ha)	Prod. {Ton}	Luas (Ha)	Prod. {Ton}	Luas (Ha)	Prod. {Ton}
1973	690	710,-	9	22,5	43	537,5
1974	1.300	3055,-	13	32,5	49	737,5
1975	1.500	3875,-	17	42,5	63	787,5
1976	1.600	4.184,-	23	57,5	77	887,5
1977	1.800	4.860,-	25	57,5	77	887,5

Sumber: Kantor Transmigrasi Barambai/dalam Darmanto, 1992/1993)

Tablet .7.8. Perkembangan Luas Sawah Yang Dapat Digarap Tiap KK Per Tahun di Daerah Barambai Kalimantan Selatan.

Tabel 7.8. Perkembangan Luas Sawah Yang Dibuka Unit Barambai

Tahun	Rerata Luas Sawah yang dibuka/KK (Ha)	Prosentase terhadap sawah yang dibuka
1973	0,775	44,29
1974	1,318	75,31
1975	1,512	86,91
1976	1,579	90,23
1977	1,744	99,56

Peningkatan Produksi Padi di Desa Upang Sumatera Selatan dapat dilihat pada tabel.7.9. menyajikan pengaruh tahun pengusahaan terhadap produksi padi Varietas Pelita 1/1 dan IR-5 tanpa dipupuk. Terlihat bahwa produksi tertinggi dicapai pada tahun kedua dan menurun secara bertahap sejalan dengan lamanya tahun pengusahaan. Penurunan produksi dari tahun ke-tahun nampaknya berhubungan erat dengan penurunan ketebalan gambut dan kandungan bahan organik. Berdasarkan keterangan petani setempat, hasil tersebut akan turun terus dan terpaksa ditinggalkan bila telah diusahakan selama 10 tahun. Tidak berarti bahwa makin tebal gambut produktivitas tanah bertambah, namun tidak berarti juga produksi tanaman akan meningkat dengan ketebalan gambut makin tipis atau tanpa gambut.

Tabel.7.9. Rerata Produksi Padi Varietas Pelita VI dan IR-5 Test Fann P4S Delta Upang pada musim hujan 1972/1973 sampai dengan 1976/1977.

Tahun pengusahaan	Produksi gabah kering Ku/Ha	
	Pelita VI	IR-5
1972/1973	40,3	38,3
1973/1974	56,0	56,0
1974/1975	43,2	45,3
1975/1976	39,7	42,8
1976/1977	25,0	28,0

7.3. Peogembaogao Persawahao Pasaog Surut

Pada tahun 1986 pada tanggal 24 hingga 31 Agustus 1986 di Jakarta dilaksanakan simposium disertai pameran dengan mengambil tema "Pengembangan Daerah Pasang Surut di Indonesia bertempat di Pusat Kebudayaan Belanda "Erasmus Huis". Dalam kesimpulan dan rekomendasi terdiri atas empat tema pokok yaitu:

1. Manajemen/Pengelolaan Lahan dan Air.
2. Aspek-aspek Pertanian
3. Aspek-aspek Sosial-Ekonomi.
4. Aspek Lingkungan.

Dalam manajemen lahan harus diperhatikan bahwa penukaan tanah yang mengandung kadar asam tinggi jangan hendaknya dibudidayakan sebelum langkah-langkah selanjutnya diambil dalam usaha membatasi keasamannya. Sistem transportasi yang baik adalah penting untuk pengembangan daerah pasang surut.

Masalah air minum dan sanitasi merupakan salah satu masalah pokok yang harus diselesaikan dalam pengembangan daerah pasang surut.

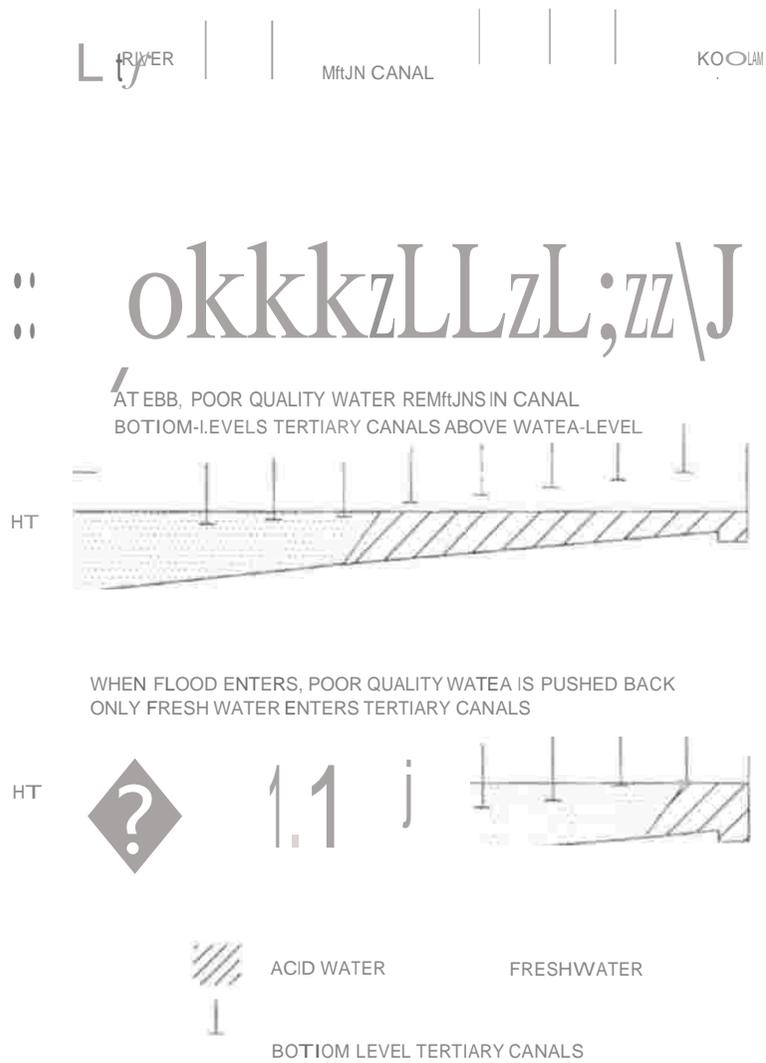
Pendidikan dan latihan untuk memenuhi kebutuhan tenaga kerja dipelbagai lapangan harus dikembangkan secara berkesinambungan dengan sistem diversifikasi.

Kriteria desain daripada sistem kanalisasi harus sedemikian rupa hingga air pasang harus dapat menyusup kesudut terjauh dari proyek, yakni blok tersier. Sistem surjan merupakan manajemen perairan yang layak diterapkan dalam diversifikasi tanaman. Untuk pengembangan pertanian kawasan pasang surut

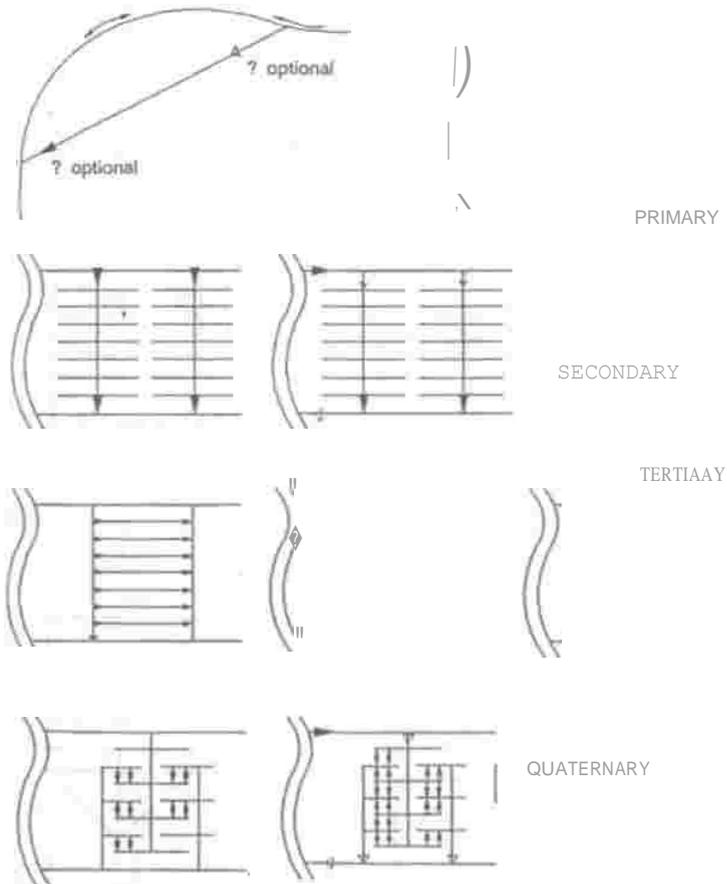
sangat diperlukan suatu jenis latihan khusus, diperlukan untuk segala tingkat jenis pendidikan. *Diperguruan tinggi yang berada di daerah-daerah pasang surut perlu* diselenggarakan pendidikan-pendidikan akademis di lapangan ini sebagai suatu investasi bidang pendidikan ketenagaan. Program sejajar juga harus dikembangkan pada sekolah-sekolah pertanian menengah disesuaikan dengan keadaan wilayahnya. Dalam usaha mengembangkan perikanan di daerah pasang surut perlu adanya keterpaduan disiplin-disiplin teknik sipil, pertanian, biologi, perikanan, dan lingkungan hidup. Perlu penyediaan daerah cadangan tanaman palma ipah yang dapat menghasilkan gula aren guna memenuhi kebutuhan akan gula aren. Palma-palma ini juga dibutuhkan untuk perlindungan/pelestarian pantai dan tempat persemaian udang atau kepiting serta ikan-ikan.

Prinsip-prinsip sistem tata air perlu dikaji; diantara sistem tata air tersebut dapat dilihat dalam skema .7. Konsep Prinsip Sistem Tata Air dengan Kolam Pasang; Skema.8. Tipikal Sistem Aliran Searah; Skema.8a. Tipikal Sistem Aliran Searah; Skema.8b. Tipikal Sistem Aliran Searah; .

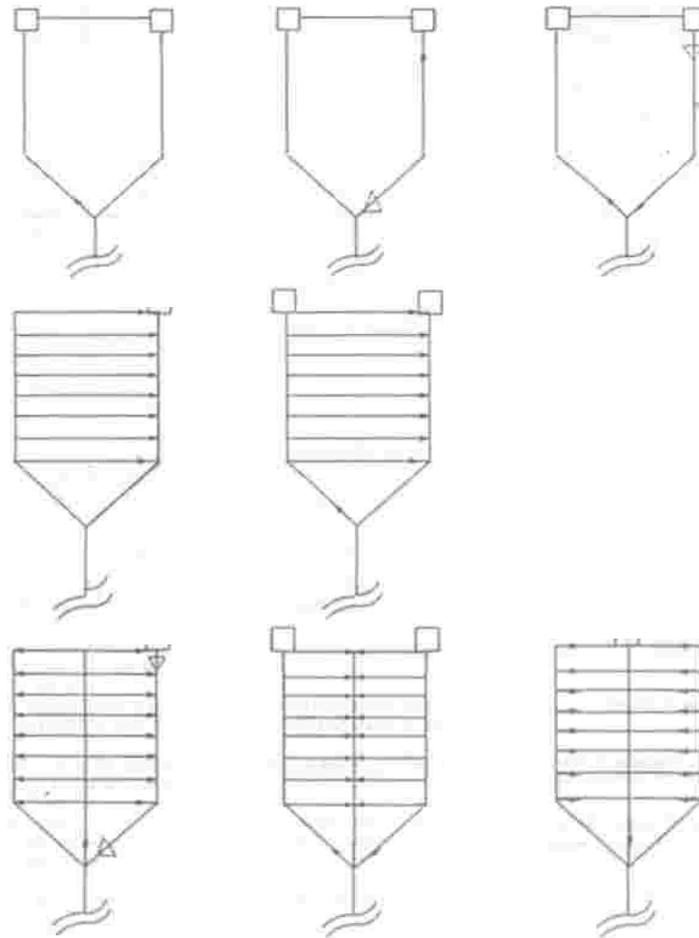
Skema.7. Konsep Prinsip Sistem Tata Air dengan Kolam Pasang.



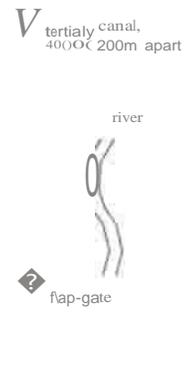
Skema8. Tipikal Sistem Aliran Searah.



Skema.8a. Tipikal Sistem Aliran Searah.



Skema.8b. Tipikal Sistem Aliran Searah.



As frequently applied in several places after upgrading studies and Special Maintenance and Efficient Operation and Maintenance Project, 1988-1990.

7.4. Sistem Surjan Banjar

Lahan pasang surut tipe A umumnya selalu tergenang. Salah satu alternatif pengelolaan lahan tipe ini ialah penerapan sistem surjan. Sistem surjan ini lahan usaha tani di daerah pasang surut akan terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian yang dapat digenangi air (diperuntukkan bagi tanaman padi), dan bagian yang lebih tinggi (diusahakan untuk tanaman palawija, sayuran atau tanaman tahunan).

Petani pasang surut banjar telah lama mengembangkan suatu sistem surjan yang lebih spesifik. Tabel 7.10. Menyajikan dimensi surjan yang dapat dijadikan pedoman dalam pembuatan sistem ini.

Tabel.7.10. Ukuran dalam meter.

Spesifikasi Surjan	Tipe Luapan	Lehar Tabukan	Lehar Guluda	Tinggi Guluda
Lahan Potensial:	B	14	6	0,6
Air tanah < 15 Cm	C	14	6	0,6
Air tanah 15-30 Cm	C	14	6	0,6-0,8
Air tanah 30-45 Cm	C	12-14	6	0,8
Lahan Sulfat masam (kedalaman pirit < 50Cm)	B	14	6	0,6
Air tanah < 5 Cm	C	14	6	0,6
Air tanah > 15 Cm	C	sebaiknya	tidak	disurjan
Lahan Garnbut dangkal:				
Air tanah < 30 Cm	B	8	6	0,7
Air tanah > 30 Cm	C	8	6	0,7
	C	sebaiknya	tidak	disurjan

Sumber: Proyek Swamp II (1980)

7.5. Sistem Tata Air Mikro

Sistem Garpu UGM dengan saluran primer, sekunder, tersier, dan kolam pasang merupakan tata air yang masih makro. Tidak seorang petani maju di Kal• Sel telah melengkapi sistem garpu UGM dengan tata air mikro berupa saluran kuarter, saluran cacing serta membuat saluran pemasukan dan pembuangan air yang terpisah. Sistem tata air mikro ini dikembangkan di Kabupaten Batola, sehingga sistem tata air ini disebut dengan sistem tata air mikro Tidak Batola. Batola melaksanakan sitem ini sejak 1983 seluas 75 Ha dan sampai 1996 sudah mencapai 4.996 Ha.

Sistem tata air mikro merupakan rekaya tehnologi sebagai jawaban terhadap tantangan dan kendala fisik lahan pasang surut dengan mekanisme penataan lahan dan air, serta usaha tani sehingga memungkinkan penerapan teknologi produksi dalam pelaksanaan Insus dan Supra Insus.

I. Manfaat penerapan Sistem Tata Air Mikro:

- a. Peningkatan pemanfaatan lahan pasang surut dengan pengaturan tata air di tingkat usaha tani.
- b. Peningkatan produktivitas lahan dengan pola usaha tani terpadu dan sekaligus meningkatkan produksi per satuan luas.

- c. Dapat mengendalikan permukaan air tanah sehingga tidak terjadi drainasi yang berlebihan (over drainage).
 - d. Mempercepat pencucian bahan beracun dan asam.
 - e. Mempercepat peningkatan pH tanah.
 - f. Dengan penerapan sistem surjan (tabukan-tembokan, tukungan, baluran) selain mendukung fungsi saluran kuarter dan saluran cacing juga memungkinkan terjadinya diversifikasi usaha tani.
 - g. Pola tanam yang optimal dan terpadu dapat dilakukan misalnya pada lahan sawah (tabukan) dengan padi dan mina padi, sedangkan tembokan, tukungan, baluran dapat dimanfaatkan untuk pertanaman palawija, sayur-sayuran, dan buah-buahan, dan tanaman industri. Selanjutnya terbuka pula peluang diversifikasi dengan kegiatan perikanan, peternakan, dan perkebunan.
 - h. Diversifikasi usaha tani dengan kegiatan sepanjang tahun dapat menyerap tenaga kerja. Sehingga kemungkinan urban petani keluar daerah dapat dikurangi.
 - i. Pertanaman padi dapat ditingkatkan intensitasnya dari satu kali menjadi dua kali setahun (IP200) yang dikenal dengan sistem "Sawit Dupa".
 - j. Dengan penerapan Sistem Tata Air Mikro, produktivitas sawah ditingkatkan dari 1,5-2,0 ton/ha menjadi 3,5-4,0 ton/ha, sehingga sasaran peningkatan pendapatan petani dapat didekati.
2. Mekanisme Kerja Sistem Tata Air Mikro
- a. Pada air pasang, STAM berfungsi sebagai irigasi. Dari saluran sekunder masuk ke saluran tersier, gorong-gorong tersier, saluran kuarter, gorong-gorong kuarter, hingga akhirnya masuk ke petak sawah, kemudian saluran keliling dan saluran cacing mendistribusikannya secara merata ke seluruh petak sawah dan mencuci bahan-bahan beracun dan asam yang terdapat disana. Pada saat surut STAM berfungsi sebagai drainasi yang membawa hasil cucian keluar petak sawah.

- b. Pada musim hujan, STAM menampung dan memanfaatkan air hujan, bila pada saat pasang semua gorong-gorong ditutup dan membukanya pada saat surut, berdasarkan kebutuhan tanaman di dalam petakan sawah.

Gambar 42. Sistem Tata Air Mikro H.Idak Batola seluas 1 Ha (Bakhri et al., 1993; Bupati Batola, 1997)

3. Konstruksi Lahan Sistem Tata Air Mikro

- a. Saluran Tersier
- b. Jalan Usaha tani. Sejajar dengan saluran tersier dengan lebar bawah 6m, lebar atas 5m dan tinggi 0,5m diatas luapan air maksimum.
- c. Saluran kuarter dibuat dengan ukuran lebar bawah 0,50m, lebar atas 0,75m dan tinggi 0,50m dibawah permukaan petakan sawah.
- d. Tanggul keliling, dengan maksud mengisolasi lahan unit tata air mikro (2SHa) dengan lahan sawah sekitarnya, agar pada petakan unit tata air mikro tidak ada pengaruh dari air lain selain air dari saluran sekunder. Tanggul keliling diharapkan cukup kuat dan padat sehingga air tidak merembes; caranya setiap kali penimbunan dengan tebal 0,20m dilakukan pemadatan.
- e. Galengan keliling, berfungsi sebagai batas pemisah antara saluran kuarter dan petakan sawah. Ukuran galengan keliling; lebar atas 1m, lebar bawah 1,50m dan tinggi 0,50m diatas permukaan maksimum petakan sawah. Galengan keliling juga harus dibuat cukup kuat dan air tidak merembes.
- f. Surjan (tabukan, tembokan, tukang, baluran), dalam satu sawah, dibuat dua buah surjan dengan jarak antara surjan minimal 17m dan arah membujur Timur-Barat agar intensitas cahaya matahari dapat menyebar secara merata. ukuran Surjan: lebar atas 5m, lebar bawah 6m dan tinggi 1m diatas ketinggian air maksimum.
- g. Saluran keliling dan Saluran cacing. Saluran keliling dibuat mengelilingi petakan sawah, sedangkan saluran cacing dibuat diagonal atau sejajar ditengah petakan sawah dengan ukuran lebar atas 0,25m,

lebar bawah 0,20m, dan dalam 0,20m (atau dibuat sedalam dan selebar mata cangkul).

- h. Gorong-gorong tersier menghubungkan saluran tersier dengan saluran kuarter. Untuk lahan seluas dua Ha dipasang satu buah gorong-gorong tersier, berukuran 8 inci atau 20Cm, dapat dibuat dari kayu ulin atau pipa paralon.
- i. Gorong-gorong kuarter. Untuk setiap satu Ha sawah dipasang empat buah gorong-gorong kuarter yang diletakan pada ujung galengan keliling. Berukuran garis tengah 3 inci atau 7,50Cm.

4. Pola Usaha Tani Sistem Tata Air Mikro

Tabukan (lahan sawah) dapat ditanmi padi dan palawija dengan beberapa alternatif seperti:

Pola tanam berbasis Padi

- a. Padi unggul-padi lokal(sawit dupa)
- b. Padi unggul-Unggul
- c. Padi unggul-Unggul-palawija

Pola Mina Padi

Tembokan, Tukungan, Baluran

- a. Tanaman pokok: buah-buahan andalan (jeruk, rambutan, jambu).
- b. Tanaman sela: palawija (jagung, ubi kayu, ubi jalar) dan sayuran (kacang panjang, lombok, ketimun).

5. Sawit Dupa

Pola tanam tradisional yang umumnya dilakukan petani pasang surut adalah

penanaman padi satu kali setahun menggunakan padi varietas lokal, pengolahan tanah yang sangat sederhana, tanpa pemupukan dan pengendalian hama. Pemindahan bibit dilakukan sampai dua kali untuk memperoleh bibit yang besar dan tinggi, sehingga dapat ditanam pada kedalaman genangan 30-40Cm. Umur bibit waktu ditanam disawah mencapai 120-130 hari sehingga umur panen dapat mencapai 10 bulan (Anwarhan dan Sulaiman, 1985).

Sawit Dupa adalah suatu pola usaha tani yang sedang dikembangkan sebagai teknologi antara menuju usaha tani berorientasi agribisnis dan agroindustri. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan intensitas panen per satuan luas dan waktu. Pelaksanaannya ditempuh dengan melakukan semai serempak antara padi varietas unggul dan varietas lokal, serta panen duakali yaitu panen padi unggul dan panen padi lokal (Anonim, 1996).

Sawit Dupa pada mulanya merupakan teknologi satu kali mewiwit (menyemai) dua kali panen atau untuk lahan pasang surut di Kalimantan menggunakan pola tanam padi Unggul-padi lokal.

Prinsip dari pola tanam sawit dupa ini adalah memanfaatkan tenggang waktu antara persenaian dengan waktu tanam varietas lokal..Gambar43. berikut adalah Sistem Sawit Dupa (Bupati Bataola, 1997), Usaha tani sekali mewiwit duakali panen padi di lahan pasang surut, lahan tadah hujan dan lahan lebak Watun Satu.

Wiwit (Sernai)

Wiwit Okt/Nop	Padi Varietas unggul PB.36,PB42, PB66	Padi Varietas Lokal Siam,Lelantik,Pandak,Lara, dU	—
	Sernai kedua (Ampak; ada yang 3 kali sernai (wiwit-Ampak-Lacak)		
Tanam pertama (Nopember)			
Panen pertama (Feb/Maret)	Tanam (pertama) padi varietas Unggul Panen (pertama) padi Varietas Unggul	Sernai kedua (Lacak) pada lahan usaha tani bersarna tanam varietas unggul	
Tanam kedua (April)			
Panen kedua (Juli/Agustus)	Tanam (kedua) padi varietas lokal Panen (kedua) padi varietas lokal		

7.6. Analisis **Harmonik** Pasang Surut

Perhitungan tetapan-tetapan pasang surut dari data pengamatan disebut analisis harmonik pasang surut dan dapat dilakukan dengan 3 metode:

- Metode Admiralty
- Metode Kuadrat Terkecil (least square)
- Metode Analisis Harmonik (dengan manipulasi matematik).

Metode Admiralty, merupakan metode yang relatif mudah diantara ketiga metode tersebut, dikarenakan penyelesaiannya dengan memakai tabel-tabel yang telah tersedia. Metode ini biasanya dipakai untuk menganalisa data hasil pengamatan pasang surut selama 15 hari atau 29 hari dengan interval waktu 1 jam. Hasil dari pengolahan data dengan metode Admiralty adalah besarnya amplitudo (Z) dan node factor (f) untuk 9 komponen pasang surut (M2, S2, O1, PI, 2, K2, M4, dan MS4) serta harga rerata muka air laut (mean sea level).

Metode kuadrat terkecil; untuk menghitung komponen pasang surut yang meliputi M2, S2, O1, PI, 2, K2, M4, dan MS4 dengan pendekatan matematik yang didasarkan data lapangan guna mencocokkan fungsi matematik. Metode ini seperti dijelaskan sebagai berikut (ITB, 1988);

Persamaan pasang surut:

$$Z_t = Z_0 + \sum_{i=1}^n Z_i \cos(W_i t - \alpha_i)$$

Dianggap komponen yang berpengaruh 9 buah:

$$Z_t = Z_0 + Z_1 \cos(W_1 t - \alpha_1) + Z_2 \cos(W_2 t - \alpha_2) + \dots + Z_9 \cos(W_9 t - \alpha_9)$$

$$Z_t = Z_0 + Z_1 \cos W_1 t \cos \alpha_1 + Z_1 \sin W_1 t \sin \alpha_1 + Z_2 \cos W_2 t \cos \alpha_2 + Z_2 \sin W_2 t \sin \alpha_2 + \dots + Z_9 \cos W_9 t \cos \alpha_9 + Z_9 \sin W_9 t \sin \alpha_9$$

dimisalkan:

$$D_1 = Z_1 \cos \alpha_1$$

$$D_2 = Z_2 \cos \alpha_2$$

$$D_3 = Z_3 \cos \alpha_3$$

$$D_4 = Z_4 \sin \alpha_1$$

$$D_5 = Z_5 \sin \alpha_2$$

$$D_6 = Z_6 \sin \alpha_3$$

Perhitungan kuadrat terkecil:

$$Z_t' = Z_0 - Z_0$$

Persamaan:

$$Z_t = Z_0 + O_1 \cos W_1 t + O_2 \sin W_1 t + D_3 \cos W_2 t + O_4 \sin W_2 t + O_5 \cos W_3 t + D_6 \sin W_3 t$$

Menjadi:

$$Z_t' = D_1 \cos W_1 t + D_2 \sin W_1 t + D_3 \cos W_2 t + O_4 \sin W_2 t + O_5 \cos W_3 t + D_6 \sin W_3 t$$

H Pengamatan Z_t dengan t bergerak dari 0 s.d 695 (interval 1 jam)

Untuk tiap t Z_t' dan C_t

Perbedaan $I = Z_t' - C_t$ ada 696 harga

Dengan metode kuadrat terkecil:

$$F = \sum_{t=0}^{695} (Z_t' - C_t)^2$$

$$F = \sum_{t=0}^{695} (D_1 \cos W_1 t + D_2 \sin W_1 t + D_3 \cos W_2 t + D_4 \sin W_2 t + \dots +$$

$$D_5 \cos W_3 t + D_6 \sin W_3 t - C_t)^2$$

Variabel persamaan: $O_1, O_2, D_3, O_4, \dots, O_5, D_6$

Harga minimum harus menurunkan secara parsial tiap variabel.

$$\frac{\partial F}{\partial D_1} = \sum_{t=0}^{695} (D_1 \cos W_1 t + D_2 \sin W_1 t + D_3 \cos W_2 t + D_4 \sin W_2 t + \dots +$$

$$D_5 \cos W_3 t + D_6 \sin W_3 t - C_t) \cos W_1 t = 0$$

demikian halnya dengan D2; D11; Dis

Penyederhanaan:

$$\frac{dF}{dt} = \sum_{j=0}^{695} C_{t,j} \cos \omega t_j$$

Dengan cara yang sama ternyata ada 18 persamaan tinier dengan 18 anu:

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \\ A_{31} & A_{32} \\ \vdots & \vdots \\ A_{81} & A_{82} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ \vdots \\ D_8 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_8 \end{bmatrix}$$

Harga masing-masing Matrik A adalah:

$$A_{11} = \sum_{r=0}^{695} \cos \omega_r t_r \cos \omega_r t_r$$

$$A_{12} = \sum_{i=0}^{695} \sin \omega_i t_i \cos \omega_i t_i$$

$$A_{31} = \sum_{i=0}^{695} \cos \omega_i t_i \sin \omega_i t_i$$

$$A_{22} = \sum_{i=0}^{695} \sin \omega_i t_i \sin \omega_i t_i$$

$$A_{11,2} = \sum_{i=0}^{695} \cos \omega_i t_i \cos \omega_i t_i$$

$$A_{1,1,2} = \sum_{i=0}^{695} \sin \omega_i t_i \cos \omega_i t_i$$

$$A_{1,3} = \sum_{i=0}^{695} \cos \omega_i t_i \sin \omega_i t_i$$

$$A_{3,2} = \sum_{i=0}^{695} \sin \omega_i t_i \sin \omega_i t_i$$

Dari uraian diatas matrix A 7 matrix Simetris matrix D 7 bilangan X yang dicari.

Elemen matrix 8 adalah:

$$B_1 = \sum_{i=0}^{695} C_i t_i \cos W_i t_i$$

$$B_2 = \sum_{i=0}^{695} C_i t_i \sin W_i t_i$$

$$B_{18} = \sum_{i=0}^{695} C_i t_i \sin W_i t_i$$

Elemen matrix A dan 8 dapat dicari dengan data yang sudah ada

Matrix D dapat dicari γ matrix invers A^{-1} ; harga Z_1 dan a_1 γ dapat dicari:

$$\gamma a_1 = \arctg \frac{D}{D_1}$$

$$D_1 = L_1 \sin \alpha_1 \quad \gamma L_1 = \frac{D}{\cos \alpha}$$

Dengan cara yang sama dapat dicari harga-harga Z_2, Z_3, \dots, Z_9 , dan a_2, a_3, \dots ,

Kemudian harga-harga f dan $(V_0 + U)_i$ dapat ditentukan dari tabel yang tersedia, sehingga harga H_i dan g_i dapat ditentukan.

Penyelesaian matrix diatas dapat menggunakan eliminasi Gauss atau metode numerik langsung yaitu metode Gauss-Jordan yang merupakan salah satu variasi dari metode eliminasi Gauss.

Metode analisis harmonik, merupakan perhitungan komponen pasang surut dengan cara manipulasi matematik, yang penyelesaiannya mengguna metode Simpson.

Perhitungan pengaruh salah saru komponen pasang surut terhadap tinggi pasang surut seperti dalam contoh berikut:

Tidak konstan $Z_{s2} = 0,19$ m

Sudut fase, $a_{s2} = 167,5^\circ$ pada tanggal 30 April 1995.

Tentukan:

Sumbangan S2 terhadap pasang surut pada tanggal 17 Agustus 1995 pada jam 10.00 pagi.

Penyelesaian:

$T_{s2} = 12$ jam (periode utama matahari)

$T = (1 + 31 + 30 + 31 + 16) \times 24 \text{ jam} + 10 \text{ jam} = 2626 \text{ jam}$

Jadi sumbangan S2 terhadap pasang surut:

$$\begin{aligned} &= Z_{s2} \cdot \cos\left(\frac{360}{T_{s2}} \cdot t + \alpha_{s2}\right) \\ &= 0,19 \cdot \cos\left(\frac{360}{12} \cdot 2626 + 167,5\right) \\ &= -0,057 \text{ m} \end{aligned}$$

7.7 Contoh Perhitungan Kolam Pasang

Contoh perhitungan sistem kolam pasang diambil dari buku "one methode to increase a cost ecosystem by means of tidal energy in Kalimantan" (Hardjoso Prodjopangarso, 1985).

Diketahui:

Area yang direklamasi 50.600.000 m².

2/3 luas area untuk pertanian.

Direncanakan irigasi sistem kolam pasang dengan bentuk garpu 33.800.000m².

Peta tanah tinjau, terdiri dari:

Clay = 20.800.000m²

Sand = 5.200.000m²

Peat = 7.800.000m²

Tanaman padi pada clay 15.600.000m²

Tanaman Sekunder pada peat 7.800.000m²

Tanaman tebu pada sand 5.200.000m²

Tanaman tebu pada clay 5.200.000m²

Saluran primer 2 Km.

Saluran sekunder 2 x 6 Km

2 kolam pasang ukuran 400 X 300 m

Saluran tersier panjang 3 Km, 1,5 Km dengan jarak 200m

Lapisan pirit terletak pada kedalaman > 1 m

Beda tinggi di pengambilan 2m

Beda tinggi di kolam pasang 1,50m

Kadar BOD = 50; COD/BOD = 5

Hujan hari ke-1 = 150 mm

Hujan hari ke-2 = 175 mm

Hujan hari ke-3 = 195 mm

Genangan $\frac{a+b+c}{3} < 200 \text{ mm}$

$$c < 150 \text{ mm}$$

Asumsi:

Kecepatan drainasi saluran primer : 1 m/det.

Kecepatan drainasi saluran sekunder : 0,6 m/det.

Kecepatan drainasi saluran tersier : 0,4 m/det.

Kecepatan suplai saluran primer : 0,5 m/det.

Kecepatan suplai saluran sekunder : 0,35 m/det.

Kecepatan suplai saluran tersier : 0,25 m/det.

Infiltrasi tanah clay 10 mm/hari

Infiltrasi tanah peat 250 mm/hari

Infiltrasi tanah sand 150 mm/hari

Penggenangan dekat sungai 8 jam; jauh dari sungai 7 jam.

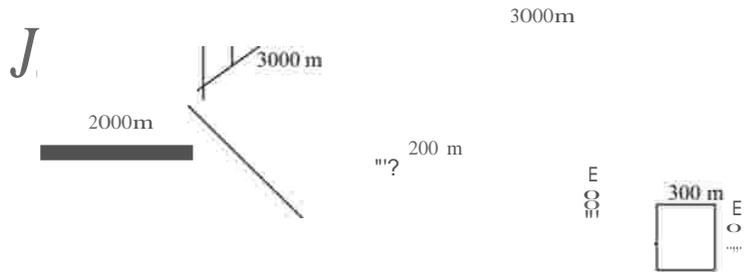
$E_0 = 5 \text{ mm/hari}$.

Ditanyakan:

Lehar saluran primer dan sekunder

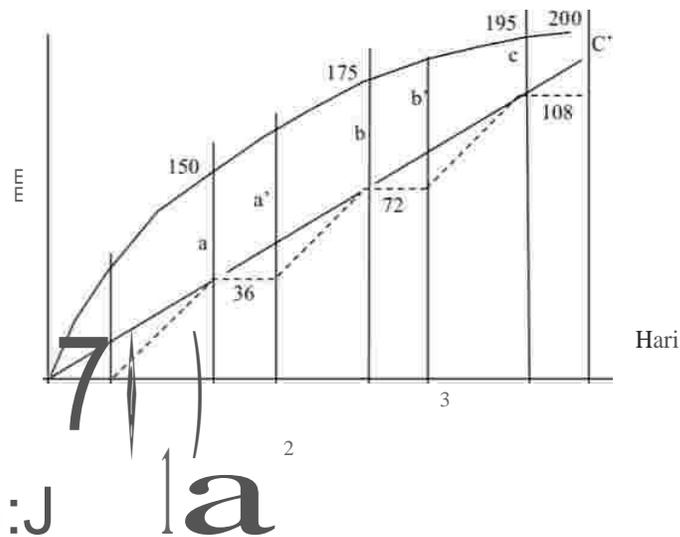
Kapasitas drainasi saluran tersier.

Lay out irigasi pasang surut system kolam pasang.(Gambar.7.1):



Gambar .7.1.

Penyelesaian:
Saluran tersier (drainasi)



Gambar 7.2.

Karena adanya pasang dan surut, maka drainasi hanya bisa dilaksanakan saat surut saja dengan data perbandingan 10 jam pasang dan 14 jam surut, maka drainasi waktunya hanya terbatas 14 jam maksimum.

Dari grafik Gumbel diatas diperoleh :

a=114mm	a'=124mm	Sunnlv
b=103mm	b'=113mm	127mm
c=87mm	c'=92mm	116mm
		95mm

Syarat drainasi : $c_{su} \geq 150\text{mm}$

$(a+b+c)/3 \geq 200\text{mm}$

Kapasitas drain harus dikalikan faktor (24/14).

$$D_m = \frac{D^3}{3.8,64} = \frac{3.8,64}{3.8,64} = 1 \text{ m} \quad 4,0 \text{ lt/dt/ha}$$

$$De = J \cdot A = \frac{24}{14} \cdot 4 = 7 \text{ lt/dt/ha}$$

$$v = c \cdot Jiu$$

asumsi: 1,0m 0,7m

3000m

$$I = 0,3/3000 = 0,000 \text{ I (suplai)}$$

Untuk drainasi = V = 0,4 m/det.

$$\text{Luas tersier} = 3000\text{m} \times 200\text{m} = 60 \text{ Ha}$$

$$De' = 60 \times 7 = 420 \text{ lt/det}$$

$$\text{Area tersier} = 0,42/0,4 = 1 \text{ m}^2 \text{ dengan maximum } h = 1 \text{ m}$$

Maka lebar saluran tersier = 1 m.

Rencana saluran untuk suplai:

$$Eo = 5,0 \text{ mm/hari}$$

$$Le = K1 \cdot K2 \cdot Eo$$

areal padi (sawah): $Le = K1 \cdot K2 \cdot Eo \cdot 7 \text{ clay}$

$$Le = 1,2 \cdot 0,75 \cdot 5 = 4,5 \text{ mm/hari}$$

areal tanam sekunder $Le \cdot 7$ pada sand soil

$$Le = 0,4 \cdot 1,5 \cdot 5 = 3,0 \text{ mm/hari}$$

areal tanam tebu $Le \cdot 7$ pada tanah pasir dan gambut

$$Le = 0,8 \cdot (1,2 + 0,75)/2 \cdot 5 = 4,0 \text{ mm/hari}$$

Kebutuhan air tanaman (consumptive use) rerata untuk seluruh areal A

33.800.000m² adalah:

$$Le = \frac{15600000 \cdot 4,5 + 7800000 \cdot 3,0 + 10400000 \cdot 4,0}{33800000} = 4 \text{ mm/hari}$$

$$\text{Infiltrasi } i_i = \frac{A1 \cdot i1 + A2 \cdot i2 + A3 \cdot i3}{L} = 87 \text{ mm/hari}$$

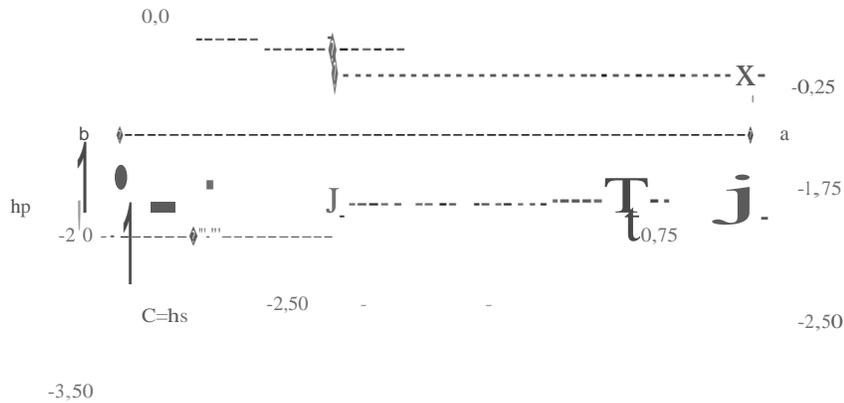
Rerata penguapan 7 jam maka infiltrasi :

$$7/24 \times 87 = 25 \text{ mm}$$

$W_r = L_e + \text{infiltrasi} + \text{Puddling}$ (untuk rawa Puddling = 0,0)

$$I_r = W_r$$

$$I_r = L_e + \text{infiltrasi} = 4,0 + 25 = 29 \text{ mm} + 30 \text{ mm} + 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$



$$t.h2/t.h1 = 0,8 \text{ (normal)}$$

$$t.h2/t.h1 = 0,7 \text{ (long)}$$

$$t.h2/t.h1 = 0,6 \text{ (friction)}$$

$$a = t.h2 = 1,50 \text{ m}$$

$$b = t.h1 = 2,00 \text{ m}$$

$$c = h_s = 1,50 \text{ m}$$

$$h_p = h_s + t.h1 = 1,50 + 2,0 = 3,50 \text{ m}$$

Kondisi pasang-7 air di saluran : $(t.h1 - t.h2)/2$ dibawah elevasi 0,00

$$7 (2 - 1,5)/2 = 0,25 \text{ dibawah } 0,00$$

Rencana dimensi saluran:

$$Q = A \cdot V_r = A \cdot 0,50$$

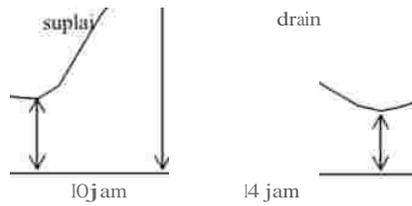
$$A = b \times (h_p + h_s)/2 = b \times 2,5$$

$$\begin{aligned}
 V_1 - V_2 &= 0 \quad \text{♦ untuk } 10 \text{ jam} \\
 &= \text{area} \times 3 \text{ cm} \times n = (2/3 \times 50.600.000) \times 0,03 \times 2,5 = \\
 &2.530.000 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$n = 2,5$ ♦ untuk bentuk normal

V_1 = volume air waktu pasang

V_2 = volume air waktu surut



Gambar3-30

$$A \cdot 0,50 \cdot 10 \text{ jam} = 2.530.000 \text{ m}^3$$

$$10.3600 \cdot b \cdot 2,5 \cdot 0,5 = 2.530.000$$

$$\text{---} \mathbf{7} \quad b = 56,22 \text{ m} - 60 \text{ m}$$

$$V_u = 2/3 \cdot 0,5 = 0,34 \text{ m/det.}$$

$$H_s = (S_u) = 2,5 + 0,75 = 1,63$$

Untuk kedua saluran sekunder:

$$2(b \cdot 1,63) \cdot 0,34 = 60 \cdot 2,5 \cdot 0,5$$

$$A_u \cdot V_u = A_l \cdot V_l$$

Untuk menghitung lebar saluran sekunder (S_u) di pakai debit rerata:

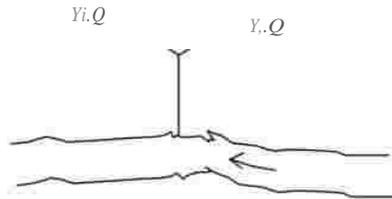
$$Q = 2.530.000 \text{ m}^3$$

$$1/2 Q = 1.265.000 \text{ m}^3$$

$$1/4 Q = 632.500 \text{ m}^3$$

1/4

1/4



Gambar3-31

Durasi pasang -7 10 jam

$$A \cdot 0,34 \cdot 10 = 632.500 \text{ m}^3$$

$$10 \cdot 3600 \cdot b \cdot 1,63 \cdot 0,34 = 632.500$$

$$b = 30\text{m}$$

Sl : surut = 1,50 7 beda di sungai hl = 2 m; hp= 3,5 m

Sn : surut = 0,75 7 beda di kolam hz = 1,50 m; hp= 2,25 m

$$(V2) \text{ Sl} : 2000 \cdot 1,50 \cdot 60 = 180.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Su} : 2 \cdot (6000 \cdot 0,75 \cdot 30) = 270.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Kp} : 2 \cdot (300 \cdot 400 \cdot 0,75) = 180.000 \text{ m}^3$$

$$\text{(Kolam pasang)} = 630.000 \text{ m}^3$$

$$(VI) \text{ S}_1 : 2000 \cdot 3,50 \cdot 60 = 420.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Su} : 2 \cdot (6000 \cdot 2,50 \cdot 30) = 900.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Kp} : 2 \cdot (300 \cdot 400 \cdot 2,50) = 600.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Sawah} : \frac{2}{3} \cdot 50 \cdot 600.000 \cdot 0,03 = 1.012.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Sill} : 4 \cdot 4,5 \cdot 16 \cdot 1 = 288.000 \text{ m}^3$$

$$\text{(Kolam pasang)} = 3.220.000 \text{ m}^3$$

$$V_p = VI - (VI_{\text{primer}} + VI_{\text{sekunder}})$$

$$= 3.220.000 - (420.000 + 900.000) = 1.900.000 \text{ m}^3$$

$$V_s = V_p - V_2$$

$$= 1.900.000 - 630.000 = 1.270.000 \text{ m}^3$$

$$V_s/V_2 \diamond Q/q = (t.s)/(2.a)$$

$$= \{0,03.(5,0,9,50)\}/(2,3) = 113\%$$

berarti $200\% > 113\%$

Diperkirakan: $V_s/V_2 < Q/q = (t.s)/(2.a)$; maka a diperbesar ($a=3$)

$$(t.s)/(2.a) = \{0,03 \cdot (5,0,6,50)\}/(2,3) = 75\%$$

$$V_1 - V_2 = (3/2,5) \cdot 2.530.000 = 3.036.000 \text{ m}^3$$

$$b_1 = (3/2,5) \cdot 60 = \pm 72 \text{ m}$$

$$b_2 = \pm 36 \text{ m}$$

$$V_2 = 720.000 \text{ m}^3$$

$$V_p = 1.900.000 \text{ m}^3$$

$$V_s = 1.180.000 \text{ m}^3 - 7 V_p/V_s = 164\%$$

Maka $164\% > 75\%$

7.8 Pengelolaan Lahan Yang Mengandung Tanah Catclay

Telah diketahui bahwa untuk menekan akibat yang buruk dari tanah catclay, maka lahan selalu harus terendam air sehingga catclay dalam suasana tereduksi terus, atau lahan diberikan kapur sebagai campuran.

FAQ/UNESCO (1973), memberikan penjelasan bahwa tanah dengan kadarsalinitas tinggi dapat direklamasi dengan cara pelindihan. Dalam hal pelindihan perlu ditetapkan jumlah air yang dibutuhkan serta penetapan waktu yang tepat. Besarnya jumlah air yang diperlukan untuk pelindihan dipengaruhi oleh tingkat salinitas/kemasaman dan sifat-sifat serta komposisi mekanis dari tanahnya, sedangkan masa pelindihan hendaknya dilakukan pada saat pelindihan dapat berjalan dengan paling efektif.

Dengan dikembangkannya sistem surjan dan peningkatan pengelolaan tata air mikro di dalam petak tersier, keadaan tanahnya yang semula kurang

menguntungkan bertambah lama menjadi lebih baik. Jumlah air yang diperlukan untuk pelindihan ini berkisar 5.000 s.d. 20.000 m³ per Ha dan diberikan secara berulang-ulang, yang dapat tersedia dalam sistem tata airnya.

Perumusan tentang pelindihan, Prinsip teoritis dikemukakan oleh L.P.Rozov untuk pelindihan bagi usaha reklamasi yang tuntas adalah:

$$M = FC - m + n.FC.$$

dengan:

M = jumlah air (dalam m³/Ha.n)

FC= field capacity (dalam m³ per Ha)

m = kandungan air dalam tanah sebelum pelindihan (dalam m³ per Ha)

n = coefficient (Rozov: 0,5 - 2,0)

Semakin tinggi salinitas bersamaan semakin buruknya komposisi mekanis tanahnya, semakin besar nilai n, sehingga semakin besar air yang dibutuhkan bagi pelindihan.

Formula lain yang dikemukakan oleh V.R.Volobuev, menggambarkan proses pelindihan sebagai berikut:

$$Q = QI + Q2 + Q3$$

dengan:

Q = jumlah air untuk pelindihan.

QI= jumlah air yang diperlukan untuk menebus tanah sampai dicapai field capacity; yakni $QI = M - m$; dengan M adalah field capacity dan m adalah cadangan kandungan air (moisture) alamiah.

Q2= jumlah air yang diperlukan untuk meningkatkan tanahnya dan tingkat field capacity sampai dengan kapasitas kandungan air jenuh, yakni

$Q2 = P - M$; dengan P adalah kapasitas kandungan air yang jenuh.

Q3= Jumlah air yang mengalir menembus tanah sesudah tingkat

kejenuhan kandungan air tanah tercapai dan dapat ditulis sebagai suatu kegiatan dari P. Coefficient n tergantung dari salinitas serta hidrofisika dari tanahnya atau dapat ditulis $Q3 = n \cdot P$.

I. Pelindihan dengan rainasi yang memanfaatkan kapasitas sifat

I. Pelindihan yang memasuki kapasitas air dari tanah didalam

kapilaritas tanah itu sendiri; $Q=Q_1$
atau $Q=M-m$.

II. Pelindihan dengan drainasi dengan memanfaatkan sifat kapilaritas maupun non kapilaritas dari tanahnya: $Q = Q_1 + Q_2$

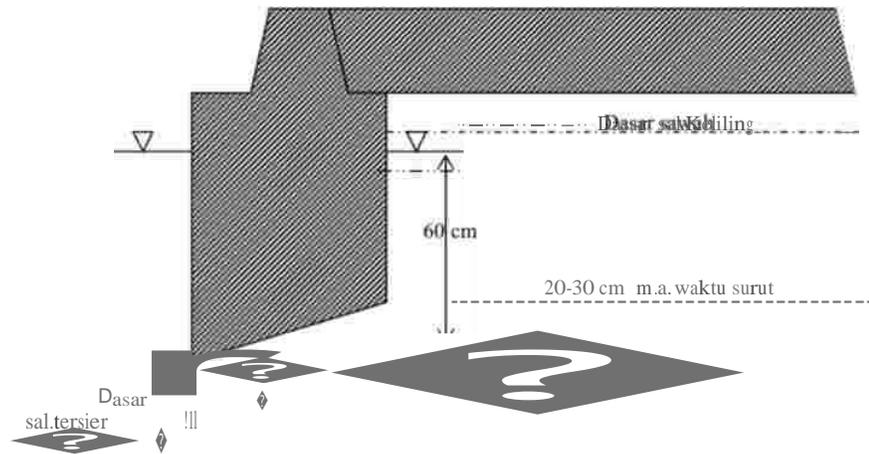
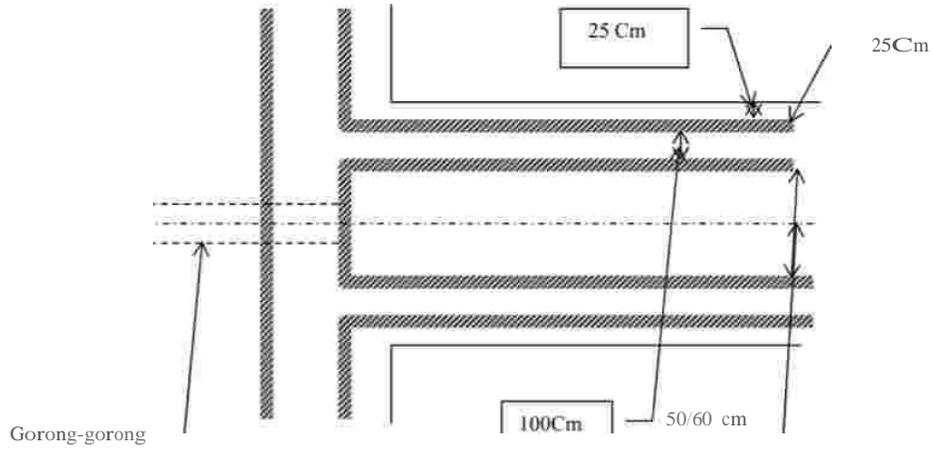
III. Pelindihan dengan menggunakan drainasi yang membuang/mengalirkan airnya keluar. $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ atau $Q = P - m + n.P$

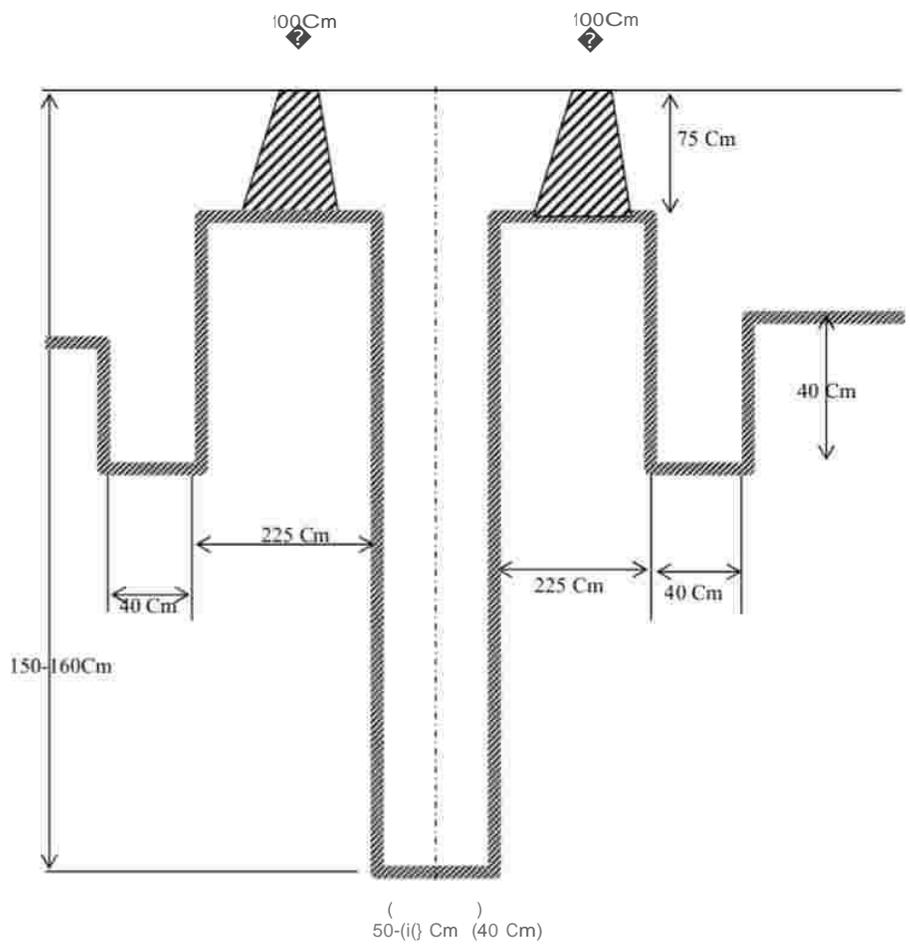
IV. Pelindihan dengan cara "menerima Keluar" atau "pencucian" $Q = R$; dengan R adalah kehilangan air dari permukaan tanah oleh sebab transpirasi, evapotranspirasi atau pengaliran di atas permukaan tanah.

zone bagian atas.

2. Pelindihan yang menembus kedalaman lapisan tanah yang lebih dalam.
 1. Pelindihan yang memasuki kapasitas kandungan air dari lapisan tanahnya sendiri.
 2. Pelindihan yang memanfaatkan kapasitas kandungan airnya lapisan tanahnya sendiri maupun lapisan tanah di dekatnya.
- I. Drainasi dengan cara mengalirkan air melalui saluran drainasi horisontal dengan dimensi yang dangkal.
 2. Drainasi dengan cara mengalirkan air melalui saluran drainasi horisontal dengan dimensi yang dalam (a. dengan jarak yang rapat; b. dengan jarak yang jarang,
3. Drainasi dengan sistem sumuran.
 1. Dengan cara pengusuran permukaan tanah.
 2. Dengan cara pencucian permukaan tanah.
 3. Dengan pelindihan permukaan tanah

Gambar 7.3.: **Profit** Petak Tersier dengan Saluran Kuarter.





7.9 Model Area

Susanto R.H.(2002), model area sangatlah dibutuhkan untuk melihat keterkaitan manajemen air daerah rawa dengan komponen sistem usaha tani yang begitu kompleks. Karena semakin kompleksnya hubungan aspek jaringan, curah hujan, pasang surut, tanah, tanaman, sosial budaya dan ekonomi yang saling berkaitan.

Pengalaman keberhasilan, kendala, kegagalan dan tantangan pengembangan daerah rawa yang terdokumentasi secara baik dan dapat diakses dengan mudah secara cepat belum tersedia, oleh karenanya upaya pengumpulan, penyajian, dan dokumentasi daerah rawa dan kawasan pesisir serta masyarakatnya secara khusus sangatlah diperlukan. Hasil dan kendala kegiatan lapangan di Telang I, Delta Saleh, Pulau Rimau, Air Sugihan Kiri, Karang Agung Hilir, Karang Agung Tengah, Air Sugihan, Delta Upang dan Ogan Keramasan – Sumatera Selatan (Susanto R.H., 2002).

Sistem Jaringan dan Usaha Tani, berada dibawah tanggung jawab petani dengan bimbingan Dinas Pertanian/Departemen Pertanian, Sistem Meso atau sistem antara (saluran primer, saluran dan pintu sekunder, tanggul banjir) dibawah tanggung jawab Dinas Pengairan-Kementerian Pemukiran dan Prasarana Wilayah, dan sistem makro (sungai, pasang ,dan hujan) yang tergantung dari alam. Rehabilitasi sarana prasarana perlu diprioritaskan, untuk daerah yang belum mempunyai perlu dibuatkan.

Pola tanam yang ada bekisar dari Padi-padi; padi-palawija; padi-palawija• palawija; padi-bera, atau samasekali tidak ditanami. Pola tanam ini sangat berkaitan dengan kondisi prsarana fisik, sumberdaya manusia yang ada, sarana produksi pertanian yang tersedia, dan kelembagaan yang berjalan. Fluktuasi dan pola tanam. Pola penanaman palawija di Air Sugihan Kiri dan Delta Saleh cenderung mengikuti pola penurunan muka air tanah yang ada. Palawija akan banyak dijumpai pada selang muka air tanah 30-60Cm dari permukaan tanah. Data fluktuasi muka air tanah akan membantu perhitungan nilai kejenuhan air diatas suatu kedalaman, misalnya 30Cm (*saturated excess water,SEW*). Variasi kejenuhan air pada suatu titik pada waktu yang sama secara spasial dalam petak

tersier ataupun petak sekunder juga terjadi. Artinya ketersediaan air pada lahan petak tersier ataupun sekunder sangat beragam.

Kemasaman tanah dan drainasi berlebih, Adanya potensi sulphate masam di tanah rawa lapis bawah perlu diwaspadai. Upaya menetralkan keasaman yang terekspose dipermukaan tanah akan sangat mahal, disamping itu pencucian keasaman akan menghanyutkan unsur hara yang lain, dan akan mencemari lingkungan perairan. Konsep *shallow intensive drainage* sangat cocok diterapkan di daerah rendah (Tipe A dan tipe B pada konsep hidrotopografi). Untuk daerah tipe C dan D dimana penetrasi pasang tidak sampai ke permukaan tanah (hanya disebagian saluran tersier), maka pengendalian pembuangan dan penahan air di saluran merupakan hal yang mutlak dilakukan. Kondisi pembuangan yang tidak terkendali sudah terjadi di beberapa lokasi (sebagian Delta Saleh, antara P-10 dan P-11, sebagian air Sugihan Kiri, sebagian Air Sugihan kanan). Penurunan muka air tanah ini menyebabkan sebagian petani mengalihkan penanaman padi ke palawija, menanam tanaman tahunan di lahan I dan Lahan II, atau tidak menanam sama sekali.

Lahan terlantar dan heterogenitas tanaman, Keseragaman tanaman pada areal yang kecil, misalnya pada petak tersier seluas 16Ha (8KK), sangat sulit dicapai. Hal ini dapat disebabkan oleh variasi ketersediaan air, perbedaan ketersediaan waktu dan minat petani, ketersediaan saprodi yang beragam, dan kondisi sosial ekonomi (petani bekerja di luar desa). Heterogenitas tanaman pada satu kelompok tani sangat nyata di daerah yang relatif tinggi (C dan D), tapi relatif lebih seragam pada daerah yang rendah (A dan B). Keterbatasan tenaga penyuluh lapangan, baik kualitatif maupun kuantitatif, Tenaga kerja dan mekanisasi Pertanian, para petani lebih tertarik bekerja di luar desa.

Hama Penyakit tanaman, air bersih, dan sanitasi rumah tangga; Tikus, babi, orong-orong, blast (neck-blast), walang sngit merupakan hal yang umum dijumpai. Menurunnya curah hujan pada bulan Juni-Juli-Agustus dan meningkatnya penetrasi air asin di saluran primer, sekunder dan tersier membuat penyediaan air bersih menjadi masalah. Satu-satunya cara adalah dengan menampung air hujan untuk diminum dan dimasak pada musim kemarau.

Ketersediaan Saprodi dan Teknologi Spesifik lokasi; keragaman ketersediaan air, kekurangan tenaga kerja, hama dan penyakit tanaman pada sistem usaha tani rawa sangat dominan. Kendala ini akan menjadi semakin kompleks karena saprodi untuk mendukung kegiatan pertanian tidak selamanya tersedia. Terbatasnya kondisi sosial ekonomi masyarakat di daerah rawa membuat prioritas dana yang ada adalah untuk kebutuhan sehari-hari, Input pertanian akan diberikan secara minimal. Pada sisi lain, upaya pemberdayaan petani pada kondisi faktor pembatas yang sangat besar tidak dapat dilakukan karena **tidak tersedianya data dan informasi yang cukup**. Keberhasilan petani Bugis dan Banjar ataupun petani transmigran dalam menangani daerah rawa tidak dapat disebar luaskan karena tidak tersedianya data.

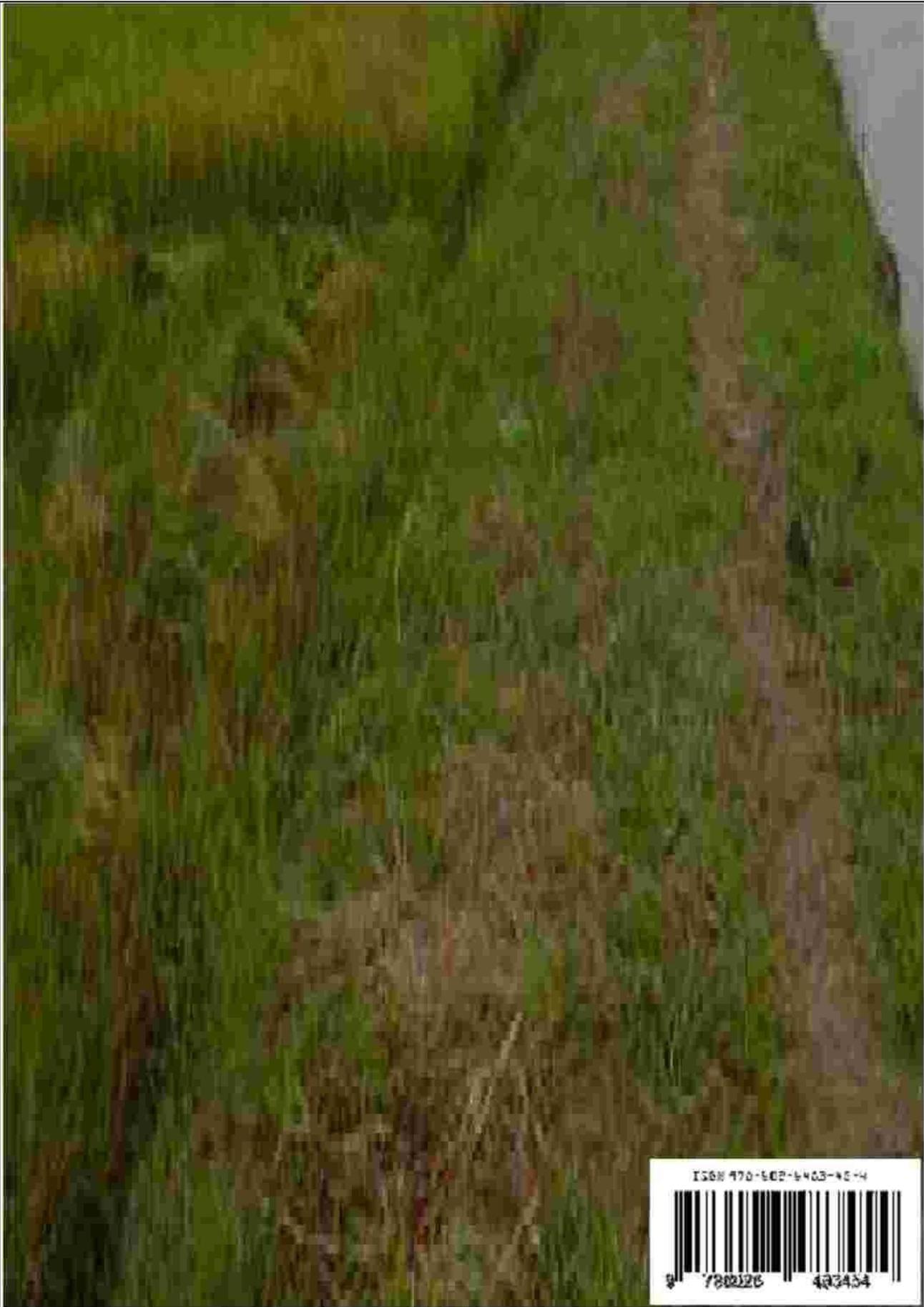
Kompleksitas permasalahan "Prapanen" dan "Pasca Panen"; Kompleksitas sistem usaha tani prapanen menjadi lebih rumit kalau faktor pasca panen juga kita masukkan, maka paling tidak lebih dari 90.000 kombinasi masalah di daerah rawa yang tentunya memerlukan pemecahan.

Pengendalian muka air tanah dalam proses reklamasi rawa merupakan suatu proses kunci yang harus dilakukan dengan baik dan benar. Hendaknya menggunakan konsep "*shallow intensive drainage*" dan tidak "*intensive deep drainage*". Kedua konsep itu seyogyanya dikombinasikan dengan *pengendalian pembuangan dan penahan air*. Untuk mencapai kondisi itu, hal yang perlu digaris bawahi adalah: a). Strategi desain pada daerah yang baru dibuka; b). Strategi desain pada areal yang direhabilitasi; c). Strategi Operasi dan Pemeliharaan (OP); d). Strategi sarana produksi (input) pertanian.

Model Area. Untuk melihat respon muka air tanah, keasaman, pertumbuhan dan perkembangan tanaman terhadap beberapa pola pengelolaan air yang diuji cobakan maka sangat perlu adanya model-area. Model area ini akan dimonitorimplementasi manajernen air yang diterapkan, perubahan dan perkembangan kondisi fisik, kualitas air, serta produksi tanaman sehingga dapat dievaluasi keterkaitan satu faktor dengan lainnya (Susanto, 1996; Susanto et al. 1999).

Monitoring-Evaluasi dan Database; Monitoring dan evaluasi pada suatu areal atau kawasan perlu secara terns menerus dilakukan. Data dan informasi hasil kegiatan ini akan sangat membantu perencanaan, evaluasi, irnplementasi program pada suatu lokasi. Untuk dapat melakukan monitoring perlu adanya Laboratorium Lapang Terpadu (Model Area); yang representasikan tipologi lahan, karakter hidrologi kawasan, pola usaha tani dn sistem jaringan. Sistem informasi, data dan pengarsipan dilakukan setiap kawasan pngembangan. Seluruh informasi, data, program pengembangan, pelaksanaan kegiatan lapangan dan evaluasi hendaknya dilakukan dalam koordinasi dengan sub otorita kawasan rawa, untuk keberhasilan dan keberlanjutan progrm yang dilaksanakan.

Perlu adanya upaya monitoring, evaluasi, dan sistem pengarsipan yang dapat menjembatani kesenjangan data, informasi dan teknologi yang dibutuhkan di tingkat lapangan ataupun pada tingkat pembuat kebijakan. Data informasi dan teknologi yang tersedia secara baik diharpkan dapat diakses oleh semua pihak yang berkepentingan secara lokal, regional, nasional, ataupun intemasional.



ISBN 978-602-6403-40-4



730226 483454

LAMPIRAN

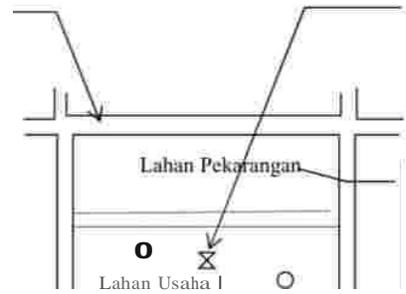
Gambar: Contoh Skema tata letak pengamatan lapangan di Model Area:

Data Pengamatan Harian
Petak Percontohan:

Pengamat
Blok Sekunder
Petak Tersier
Hari/Tanggal
Waktu

Sal.Sekunder(SPD)
Muka air: Cm
PH:....
EC(conduclivity):
Fe: .

Sta.Klimatologi:
Curah hujan:
T minimax : "C"/..."C.



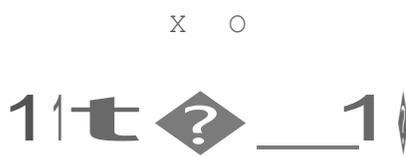
Lahan Pekarangan
Muka air:
PH:
Fe
EC:

Tersier (pintu 3)
M.a.luar/M.a.dalam:
PH/EC/Fe:
P.a.: terbuka/tutup/stoplock

Sta Pizieometer:
M.a Tanah:

Lahan Usaha II

Tersier (pintu 2)
M.a Luar: .
M.a.Dalam: .
PH/EC/Fe: .
Pintu air:
Terbukaftertutupfstoplock



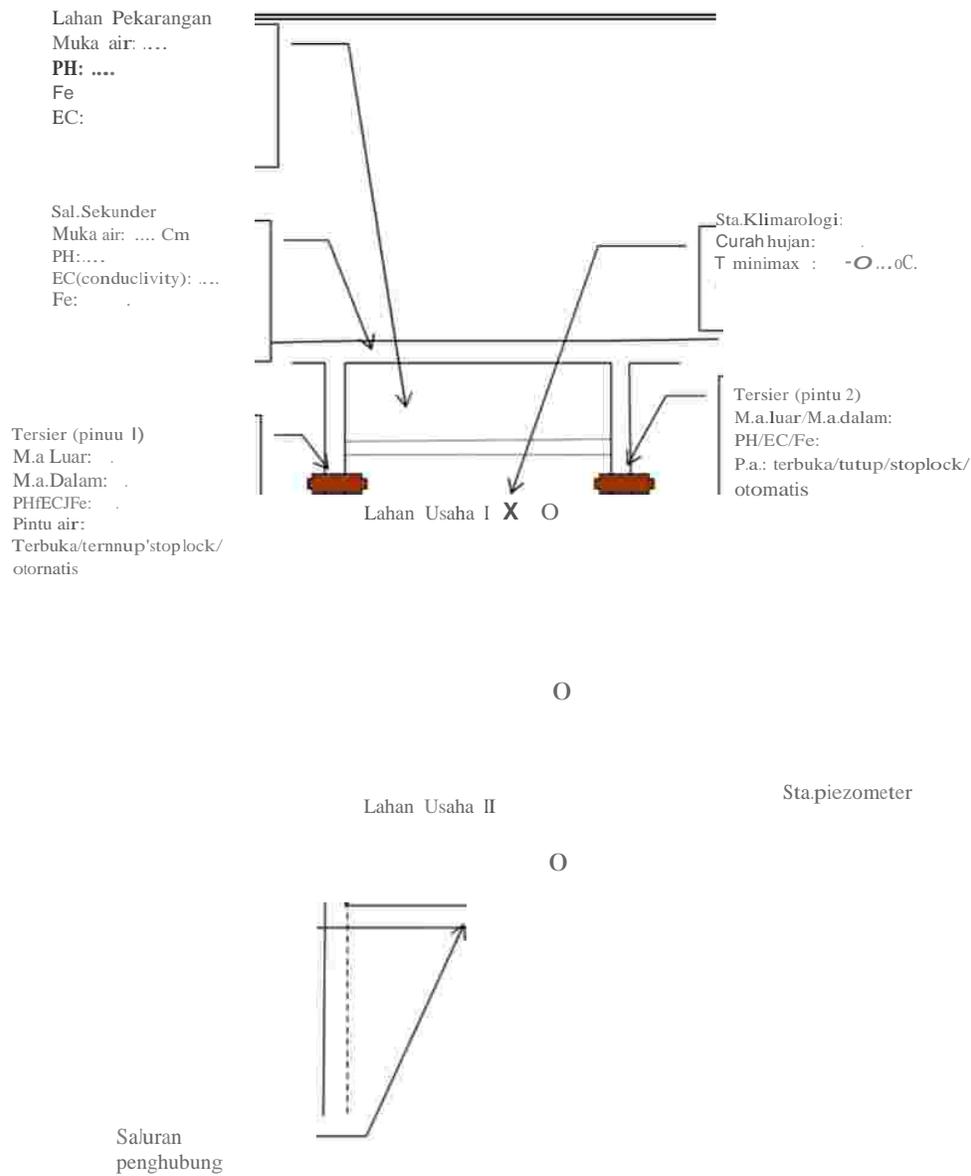
Sal.Sekunder(SDU)
Muka air: ...
PH: .
EC: .
Fe: .

Gambar: Konsep Pengamatan Aliran Satu Arah di Model Area: Unit Terantang

Lampiran 1

Data Pengamatan Harian
Petak Percontohan:

Pengamat
Blok Sekunder
Petak Tersier
Hari/fanggal
Waktu



Rawa Pasang Surut, Evaluasi Pedoman Pengembangan

Lampiran 2

5. Mengembangkan lahan rawa di Indonesia

geographis -topographi

Pada tahun 2002 penduduk Indonesia berjumlah 217 juta dan pada tahun 2050 diproyeksikan bertambah menjadi 318 juta.

7

16 seiring dengan munculnya generasi baru

16 . Kebanyakan penduduk dari 16 . Mereka mereklama 12 lahan utamanya untuk budidaya pertanian dan untuk lahan pemukiman dan pekarangan . telah direklamsi , Sumatra) dan di bagian pesisir .

Di pulau Sumatra dan Kalimantan, rawa pantainya memiliki karakteristik tipikal (Heun, 1993) sbb :

- curah hujan berkisar antara 2000 - 3000 mm pertahun dengan 5 - 8 bulan bulan basah dan 1- 3 bulan kering ;
- penguapan (Penman) berkisar antara 3.5 - 5.5 mm / hari ;
- sebelum direklamasi , permukaan lahan umumnya berada disekitar Muka Air Tinggi Pasang Rata-2 di musim hujan ;
- luapan air pasang hanya sebatas 10 - 15 % areal ;
- peluang pemompaan air irigasi terkendala kualitas air (salinitas, keasaman);

7
16 di Indonesia dimaksudkan pertanian pemukiman. Sasarannya adalah untuk :

- (beras) ;
- pemukiman ;
- dalam rangka disepanjang ;

Hasil studi inventarisasi lahan rawa pantai yang dilaksanakan pada tahun 1985 dimuat pada tabel 14 awah.

14
26

). Melalui program ini , Bali dan Madura .

mendapatkan di Indonesia ketika yang bersamaan di bera 12 penggunaannya di pemukiman . Diperkirakan laju alih fungsi ,000 pertahunnya.

21 (tiga)

9 Total

	9,771	7,054	7,798	24,707
Inland lowland	3,440	5,710	5,181	14,716
Total	13,211	12,764	12,979	39,423

Rawa Pasang Surut di Indonesia (dalam 1000 ha) yang sesuai untuk Lahan Pertanian

	Sumatra	Kalimantan	Irian Jaya	Total
Not cultivated	1,380	1,392	2,808	5,599
Cultivated	2,062	1,460	6	3,600

11 Dari tahun itu dilakukan Barulah Indonesia melaksanakan pengembangan sejuta hektar, terkenal proyek banjir . disamping itu, diperlukan juga tanggul untuk pengaman luapan banjir. Dengan semakin terbatasnya di masa . Upaya kearah ini layak ditempuh bersamaan dengan pengembangan tahap II ataupun tahap III dari kawasan reklamasi yang sudah dikembangkan sebelumnya.

10 pantai merupakan proses yang panjang, dan ini secara bertahap menuju akhir (III), menjadi yang terkendali penuh (sistem polder). Pada pengembangan tahap ke II, 10 . Strategi pengembangan sebagaimana dimaksudkan diatas, dilandasi sejumlah pertimbangan sbb :

- adanya keterbatasan anggaran pembangunan disatu sisi , sementara di sisi lainnya target lahan yang perlu dikembangkan luasnya cukup besar ;
- adanya keterbatasan dalam pengetahuan dan pengalaman serta belum adanya kriteria desain yang cukup mantap ;
- latar belakang sosial dan budaya para transmigran, kebanyakan dari mereka berasal dari lahan kering dan belum mengenal lingkungan lahan basah .

Strategi pengembangan secara bertahap merupakan pendekatan yang cocok karena untuk kasus Indonesia, para petani sepenuhnya terlibat pada proses pembentukan dan konsolidasi lahan usaha dan mereka harus belajar memahami dan mengenali seluk beluk pembentukan organisasi pengelolaan air pada unit hidrologi skala kecil dengan tugas-tugas yang relatif sederhana untuk kepentingan dan demi kebaikan mereka sendiri. Disamping memiliki kelebihan-kelebihan, strategi pengembangan bertahap juga memiliki sejumlah kekurangan (Heun, 1990), yaitu :

- kawasan yang sudah direklamasi cenderung hanya bisa berkembang dengan kemajuan yang lamban dan akan memerlukan waktu yang relatif lama untuk mencapai pengembangan tahap akhir ;

- karena kecilnya investasi selama tahap yang pertama, maka akan terlampau sulit untuk bisa mencapai tingkat produktivitas diatas subsisten ;
- karena masih diperlukan adanya dukungan anggaran untuk program pengembangan tahap ke II dan ke III, sehingga jumlah dana keseluruhannya bisa saja lebih besar dibandingkan bila pembangunannya dilakukan secara serentak.

6 [redacted], kebanyakan [redacted] ke [redacted]. Lahan rawa pantai [redacted] luasannya cukup besar belum dikembangkan dan dimanfaatkan secara baik, padahal potensinya sangatlah besar bila dikembangkan untuk mendukung peningkatan produksi pangan (ketahanan pangan) termasuk diversifikasi tanaman dan penyediaan lahan pemukiman bagi para transmigran .

Sejauh ini, Pemerintah Indonesia (terutama, dulu pada Departemen Pekerjaan Umum dan Departemen Pertanian) memiliki kewenangan dan bertanggung jawab terhadap kegiatan-kegiatan perencanaan, konstruksi serta operasi dan pemeliharaan terutama [redacted] drainase [redacted] dan [redacted] di tingkat lahan usaha tani menjadi tanggung jawab para petani.

Curah hujan (jumlah dan distribusinya) di musim hujan mencukupi untuk pertanaman padi sekali setahun. Tambahan air irigasi (dengan pompa head rendah) untuk tanaman padi sawah akan memberi hasil (produksi) yang tinggi bila disertai dengan pengelolaan air dan pengolahan tanah secara tepat. Akan tetapi karena lahan rawa lokasinya terpencil sehingga hal ini seringkali menjadi faktor yang menghambat kelancaran pasokan input dan pemasaran hasil pertanian . Dan juga bagi kawasan yang letaknya berdekatan dengan muara sungai, khususnya pada musim kemarau persoalan salinitas akan menimbulkan masalah bagi pertanian dan air minum.

Sebagian areal dalam luasan yang cukup berarti, dilapisi (mengandung) tanah sulfat masam dan tanah gambut. Proses pematangan tanah berlangsung cukup lama sebelum mencapai kondisi stabil. Pengelolaan air dan tanah serta prasarana yang terkait fungsinya dengan keperluan itu, senantiasa harus disesuaikan dengan kondisi lingkungan yang berubah.

Pada saat ini bagi kebanyakan lokasi, operasi dan pemeliharaan saluran merupakan persoalan serius. Berbagai upaya telah ditempuh oleh Pemerintah Indonesia untuk menyempurnakan sistem pengelolaan air agar fungsinya berkelanjutan, tetapi langkah ini belum sepenuhnya berhasil. Pada tahun 1999, serangkaian kebijakan yang berkaitan dengan penyelenggaraan otonomi daerah mulai gencar diimplementasikan, diantaranya adalah dengan menyerahkan tanggung jawab operasi dan pemeliharaan kepada perkumpulan petani pemakai air, terlepas dari luasan arealnya .

Evaluasi terhadap Pedoman Pengembangan



[redacted]



Pengembangan Rawa Pasang Surut merupakan upaya terpadu , berbagai input diperlukan mulai dari sistem utama sampai ke tingkat lahan usaha tani . Prosesnya berlangsung lama dan menuntut keterlibatan seluruh stakeholder secara intensif.

19 [redacted] ha [redacted] di Indonesia [redacted] lahan [redacted] dan [redacted]. Dewasa ini, unit-unit yang pada awalnya dikembangkan oleh Pemerintah Pusat telah dialihkan pengelolaannya kepada Pemerintah Daerah setempat. Untuk mendukung agar kebijakan ini dapat diimplementasikan secara efektif, dipandang perlu adanya pedoman untuk pengelolaan air, yang secara khusus dimaksudkan sebagai arahan ataupun acuan bagi penyelenggaraan operasi dan pemeliharaan prasarana jaringan reklamasi di unit-unit tersebut. Salah satu agenda kerjasama dalam kerangka Nota Kesepahaman (MoU) antara Departemen Pekerjaan Umum (sekarang : Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah/Depkimpraswil), Pemerintah Republik Indonesia dengan Kementerian Transport, Pekerjaan Umum dan Pengairan dan Kementerian Penataan Ruang, Perumahan dan Lingkungan, Pemerintah Belanda, adalah berkaitan dengan Pengembangan Rawa . Sejauh ini kegiatan-kegiatan yang telah diimplementasikan berkaitan dengan agenda ini adalah berupa lokakarya yang telah dilakukan dua kali, yang pertama pada bulan Juni 1996 dan yang kedua diselenggarakan pada bulan September/Oktober 1998. Usulan untuk kerjasama yang mendatang telah disepakati akan diwujudkan melalui dukungan “Azie Facilitieit”. Dengan adanya perubahan-perubahan politik dan organisasi pemerintahan di Indonesia pada masa lalu, mengakibatkan pelaksanaan proyek ini mengalami penundaan. Namun demikian dalam MoU yang baru, format kerjasama untuk kegiatan penyusunan pedoman bagi pengembangan rawa lingkungannya dikurangi.

40 [redacted], yaitu dari [redacted] 2002 sampai dengan tahun 2004 dan mencakup kegiatan lokakarya (teaching seminar) dan monitoring pengelolaan air di areal percontohan pada blok sekunder di lokasi Telang I seluas kurang lebih 250 ha selama 20 bulan .

Hasil yang diharapkan dari proyek ini

- berupa pedoman - bila memungkinkan dapat diterapkan sebagai manual - bagi pengoperasian, pemeliharaan dan pengelolaan air untuk sistem pengairan rawa pasang surut ;
- langkah permulaan untuk penyusunan pedoman - bila memungkinkan dapat diterapkan sebagai manual - bagi pengoperasian, pemeliharaan dan pengelolaan air untuk sistem pengairan non pasang surut ;
- petugas terkait di Dinas Pengairan Propinsi dan Dinas Pengairan Kabupaten dapat menggunakan pedoman ataupun manual untuk diterapkan di lapangan ;

[redacted]

- pengoperasian, pemeliharaan dan pengelolaan air dapat diimplementasikan secara mantap / berkelanjutan di blok sekunder yang terpilih sebagai areal uji coba, dan selanjutnya dapat digunakan sebagai percontohan bagi blok lainnya



Arah Kebijakan dan Pembahasan (Policy Decisions and Discussion)

Semua kawasan hutan alami dewasa ini mengalami tekanan yang semakin meningkat akibat pembangunan . Hal itu tidak hanya diakibatkan oleh semakin meningkatnya jumlah penduduk . Perambahan hutan terjadi karena orang, perusahaan, dan pemerintah memandang hutan sebagai peluang untuk mendatangkan pendapatan .

Kebanyakan produksi beras di Indonesia dihasilkan dari Pulau Jawa yang merupakan suatu kawasan penghasil beras dengan jumlah penduduk terpadat di dunia .Tingginya tekanan terhadap lahan sawah khususnya pada kawasan-2 penghasil beras yang letaknya berdekatan dengan daerah perkotaan telah mengakibatkan konversi lahan sawah kepada penggunaan lain sebagai suatu masalah serius yang mengancam ketahanan pangan . Masalah lainnya adalah berupa sempitnya pemilikan lahan sawah sehingga usaha tani padi di Pulau Jawa semakin tidak menarik sebagai sumber pendapatan rumah tangga petani

Agar supaya menjadi lebih kompetitif, maka mekanisasi pada usaha tani padi perlu ditingkatkan dan kedepan perlu diupayakan dengan memperluas lahan sawah baru diluar Pulau Jawa, yaitu dengan mengembangkan lahan rawa pasang surut yang potensial untuk itu .

Indonesia sesungguhnya akan mampu mencukupi kebutuhan pangan (beras) untuk kurun waktu 20 tahun mendatang dari optimalisasi lahan rawa pasang surut yang sudah direklamasi sejauh ini . Tidak perlu dengan membuka lahan baru di daerah rawa . Pilihan ini selayaknya lebih diprioritaskan dibandingkan alternatif lain semisal mengembangkan lahan sawah beririgasi dengan membuat bendungan sebagai sumber pasokan airnya .

Namun demikian untuk mengoptimalkan pengembangan lahan rawa pasang surut diperlukan adanya dukungan kebijakan yang jelas dan terarah untuk mengendalikan dan menekan seminimum mungkin hal-2 yang berdampak negatif ²⁰hadap lingkungan pada lahan rawa yang sudah direklamasi dan kebijakan yang kondusif [REDACTED] usaha tani [REDACTED] melalui diversifikasi . Juga diperlukan adanya upaya-2 khusus untuk mengatasi lahan-2 yang bermasalah . Hal itu semuanya tergantung kepada kondisi dan karakteristik fisik daerah . Perlu pula adanya pemikiran-2 dan upaya-2 tentang bagaimana mengatasi permasalahan semacam ini di kawasan-2 lainnya .

FAQ 1: Mengapa memilih mengoptimalkan [REDACTED] ⁶ [REDACTED] padi [REDACTED] bukannya mengembangkan lahan sawah beririgasi ? Lahan sawah dengan irigasi gravitasi terluas berada di Pulau Jawa, di Sulawesi Selatan dan di Sumatera Utara. Akan tetapi potensi untuk memperluas lahan sawah beririgasi nampaknya terbatas .

[REDACTED]

Banyak proyek-proyek irigasi di Sumatra dan di Kalimantan yang lahannya bermasalah . Juga banyak diantaranya bermasalah dari segi bentang lahannya karena kendala physio-geografisnya dan juga karena kondisi topografi dan hidrologi dari sungai-sungai dan adanya keterbatasan sumber air sehingga banyak yang tidak layak untuk irigasi .

FAQ 2: Mengapa baru sedikit lahan rawa pasang surut yang dikembangkan sementara potensinya cukup besar untuk peningkatan produksi padi ?

Masalah Teknis . Ada berbagai masalah tanah dan lingkungan yang sulit pada lahan rawa pasang surut . Pada masa sebelumnya masalah ini belum banyak diketahui dan dipahami dengan baik . Perkembangan pengetahuan dan teknologi merupakan hambatan utama berkembangnya reklamasi lahan rawa dalam skala besar

Beberapa masalah yang terjadi di lahan rawa pertanian pasang surut :

- Hasil lebih rendah dari yang diharapkan karena tanah belum matang ;
- Berkaitan dengan masalah ini , juga disebabkan kendala tenaga kerja dan modal usaha tani ;
- Ada beberapa jenis permasalahan, terutama :
 - Kurangnya dukungan kredit ;
 - Prasarana kurang memadai ;
 - Tidak adanya tata air mikro dilahan usaha tani
 - Pengolahan tanah sama sekali tidak dilakukan atau hanya dilakukan apa adanya
 - Buruknya kualitas beras karena tidak memadainya dukungan / fasilitas untuk manajemen paska panen ;
 - Ancaman serangan tikus dan hama tanaman ;
 - Masalah sertifikasi lahan ;
- Tidak memadainya O&P (operasi dan pemeliharaan) jaringan saluran dan bangunan pengatur air .

Implementasi teknologi hanya akan berhasil bila didukung melalui upaya yang terpadu terutama di tingkat usaha tani , yang merupakan kombinasi dari berbagai upaya dan langkah sehingga pemakaian input pertanian akan mendatangkan hasil yang memadai bagi para petani .
Sesungguhnya pengembangan lahan rawa pasang surut memerlukan dukungan investasi dan teknologi tinggi . Hasil pertanian yang cukup tinggi akan menjamin investmen untuk pengelolaan air memiliki kelayakan ekonomis dan berkelanjutan .

FAQ 3: Mengapa mekanisasi lebih cocok diterapkan pada lahan

dibandingkan lahan beririgasi gravitasi ?

Pada lahan , kelebihannya yang paling utama adalah pada ukuran luas petakan lahan sawah yaitu 1 Ha, sementara para petani memiliki lahan usaha rata-rata seluas 2 Ha . Bahkan ada kecenderungan banyak diantara petani yang memiliki lahan sawah lebih luas dari itu . Sementara di lahan beririgasi di Pulau Jawa, para petani Ha bahkan banyak luasnya kurang dari itu . Pada kebanyakan lahan sawah beririgasi yang berada di luar Pulau Jawa kondisinya tidak jauh lebih baik. Dengan kasus-2 yang sedemikian itu, mekanisasi pertanian dipandang lebih cocok diterapkan di lahan sawah di kawasan rawa pasang surut terutama atau terlebih lagi bila dikaitkan dengan situasi dimana gabah di tingkat petani harganya cukup rendah .

Perbandingannya dengan kondisi di Australia .

Sebagaimana terlihat di Web nampaknya di Australia kondisi dan sasaran untuk pengendalian keasaman yang muncul dari tanah sulfat masam berbeda dengan apa

lebih tegas antara kepentingan untuk mencapai keberhasilan atas investasi pengembangan disatu pihak dan upaya yang bertujuan melestarikan hutan secara alami dilain pihak (khususnya untuk kawasan perlindungan), dan pada akhirnya hutan rawa primer akan semakin banyak bisa dilestarikan. Inilah sasaran yang harus diwujudkan dalam rangka melestarikan warisan alam yang bersifat unik di Indonesia.

Persoalan Keasaman bisa dipecahkan !

Efek negatif yang muncul sebagai akibat dari pengembangan adalah terekspos kandungan yang berada di tanah bagian bawah karena turunnya muka air tanah. cukup setelah lahan direklamasi, dan pada gilirannya akan berakibat pada meningkatnya keasaman pada saluran yang letaknya berdekatan .

Pencemaran keasaman di kawasan reklamasi. Meningkatnya pirit yang terekspos karena proses oksidasi setelah reklamasi akan membebaskan keasaman dalam jumlah yang besar ke lingkungan terdekat pada awal periode musim hujan, terutama ke saluran terdekat . Pencucian keasaman merupakan suatu proses yang penting untuk menjamin terciptanya lingkungan pertumbuhan tanaman padi yang sehat. Para petani harus didorong agar mampu menciptakan kondisi yang diperlukan bagi kelancaran proses pencucian dilahan usaha melalui teknik pengelolaan air yang tepat.

Namun demikian, di pihak lain, terbebasnya keasaman akan memberikan efek negatif terhadap budidaya perikanan air tawar dan kualitas air untuk keperluan rumah tangga . Pengendalian kualitas air di saluran merupakan suatu aspek yang pada saat ini belum mendapatkan perhatian yang memadai dalam pembangunan maupun pengoperasian prasarana pengairan . Untuk maksud itu, perlu adanya penyempurnaan kapasitas saluran dalam hal menggelontorkan keasaman air dengan mengintroduksikan sistem aliran air satu arah di saluran dengan bantuan pintu pengatur. Alternatif lainnya yang juga efektif untuk mengatasi persoalan keasaman adalah dengan mengintroduksikan menghubungkan dua saluran yang “dead end”. Dengan cara ini akan bisa mencegah terjadinya keasaman, akumulasi gulma dan pengendapan di bagian ujung saluran yang “dead end “. Persoalan semacam ini banyak dihadapi pada areal yang lokasinya jauh dari sungai dimana sering mengalami kondisi “slack water”.

Untuk mengatasi masalah keasaman di lahan usaha , silahkan mengacu pada referensi yang dimuat pada “web pages [O&P TAM](#) dan [Sistem Usahatani](#)

Terbebasnya keasaman ke lingkungan disekitarnya. Pengelolaan air yang tepat dapat mencegah terbebasnya keasaman dalam jumlah besar yang terjadi secara serentak ke lingkungan di sekitarnya yang bisa mematikan ikan-ikan dan merusak fauna. Sesungguhnya apabila pengoperasian sistem utama memungkinkan penggelontoran keasaman dan senyawa racun lainnya dapat dilakukan secara periodik harian, maka efeknya akan demikian besar untuk melindungi areal di sekitarnya terkontaminasi keasaman. Dari hasil monitoring yang telah dilakukan bertahun-tahun di Indonesia, menunjukkan tidak diketemukannya tingkat pencemaran yang signifikan di areal yang bersebelahan dengan kawasan reklamasi yang letaknya dekat dengan anak-anak sungai maupun sungai yang mengalir disekitarnya .



Hutan Rawa Gambut Primer Di Papua masih banyak ditemukan hutan primer, sedangkan di Kalimantan dan Sumatra hutan sejenis ini terancam punah



Hutan Semak Garam Hutan rawa terlihat menarik dengan pemandangan yang menawan. kaya dengan fauna



*Rawa-Z di sepanjang bantaran sungai Beraneka ragam jenis burung migrasi bisa ditemukan disini. Berbagai jenis ikan hidupnya sangat tergantung kepada keberadaan rawa-Z di sepanjang sungai
Contoh persoalan keasaman dan efek dari genangan air di zona akar tanaman padi*



Aliran satu arah di saluran utama akan berpengaruh terhadap air yang tadinya sangat masam berubah menjadi tidak masam (oksidasi besi terjadi pada ruas saluran yang airnya diam, lihat kertas pH-meter)

Areal Percontohan O&M, Telang I, Sumatra Selatan **Laban Rawa Pasang Surut, Evaluasi terhadap Pedoman Pengembangan**



O&P saluran sangatlah penting untuk mengatur aliran air. Nampak di gambar, saluran sebelum dan sesudah dilakukan O&P, perbaikan saluran sekunder setelah selesai, Pengoperasian saluran sekunder ini masuk dalam lingkup kegiatan monitoring proyek percontohan.

Proyek Percontohan Monitoring untuk O&M (Pilot area)

Maksud

Pengoperasian, pemeliharaan dan penyelenggaraan proyek percontohan untuk O&M dan pengelolaan air pengembangan tahap II.

Penyusunan

Tujuan

1. Pengkajian Program Operasi dan Pemeliharaan di areal percontohan dan membandingkannya dengan Pedoman O&P yang sudah ada ;
2. Implementasi dan Monitoring rencana pengelolaan air yang cocok untuk areal percontohan
3. Menghimpun / membangun satu set data yang "reliable" untuk pengujian model hidrodinamika ;
4. Pengujian kualitas tanah dalam kaitannya dengan tata letak jaringan saluran makro dan mikro ; pengelolaan air di lahan usaha dan pengaturan air di jaringan saluran ; rekomendasi penggunaan / pemanfaatan lahan ;

Kegiatan

1. Penyelidikan tanah , topografi , dan hidrologi . Sistem monitoring kualitas tanah . Pengujian model DufLOW ;
2. Pengkajian pengelolaan pertanian di areal percontohan dengan penerapan input pertanian . Introduksi sistem pengelolaan air di lahan usaha tani . Efek penggunaan traktor . Rekomendasi penggunaan traktor dan pompa air . Pola pertanaman ;
3. Pengkajian terhadap rencana pengelolaan air di areal percontohan . Introduksi rencana pengelolaan air kepada kelompok petani pemakai air yang ada di kawasan ini . Perencanaan pengoperasian dan perencanaan pemeliharaan ;
4. Pengkajian O&P di areal percontohan , meliputi pengorganisasian , prosedur perencanaan dan prosedur penganggaran ;
5. Monitoring dari dampak O&P di antara dua blok tersier (masing-2 seluas 8 ha) yaitu di areal yang terletak diantara saluran tersier TC4 dan TC12 ;
6. Pengumpulan data harian dari indikator-2 kunci untuk model hidrodinamika dan pengoperasian sistem pengelolaan air di lahan usaha dan pengaturan air di jaringan saluran . Areal percontohan terletak di blok sekunder P6-3N Telang I . Areal ini mencakupi 17 unit tersier dimana 11 unit diantaranya termasuk dalam proyek TAM (Tata Air Mikro) dari Departemen Pertanian . Pada areal ini , akan dilakukan monitoring secara detil di 2 blok tersier , termasuk pengujian model DufLOW , dimana pada salah satu bloknya sebelum ini sudah pernah dilakukan kegiatan monitoring secara detil melalui proyek IISP (Telang Saleh) dan satu blok selebihnya merupakan areal barn . Kedua blok ini termasuk dalam proyek TAM Departemen Pertanian . Areal ini dipilih dengan mempertimbangkan aspek fungsionalitas dari bangunan pintu tersier yang melayani areal tersebut .

Hasil Peninjauan Lapangan.

Dari tanggal 23 sampai dengan 24 Oktober 2002, Tim dari Direktorat Bina Teknik Ditjen Sumberdaya Air Depkimpraswil (Kusumo Respatyo ME dan Ir. Hartoyo S. MEng.) bersama dengan A.v.d. Eelaart (ARCADIS-Euroconsult) dan P.I. Iollanders (UNESCO-IHE) telah melakukan peninjauan lapangan . Tim didampingi staf Dinas Pengairan Propinsi yaitu Ir. Suwardiyono dari Proyek Irigasi dan Rawa, dan staf Dinas Pertanian yaitu Ir. Apandi , serta Tim UNSRJ yaitu Ir. M. Yasid dan Ir. Syahrial . Selama di lapangan , sebagian anggota Tim berkesempatan menemui dan berdialog dengan Bupati Banyuasin. Diluar itu , Tim juga mengadakan pertemuan dengan Camat dan Kepala Desa Sumber Mulyo Delta Telang I. Sebelumnya, di Palembang Tim melakukan pertemuan dengan instansi-2 : Proyek Irigasi dan Rawa serta Dinas Pertanian Propinsi . Selama di lapangan diselenggarakan pertemuan dengan Perkumpulan Petani Pemakai Air . Berikut ini adalah hasil diskusi dengan pihak-2 terkait dan berbagai hal penting dari hasil peninjauan lapangan :

Dr. Rubiyanto H. Susanto dari Universitas Sriwijaya , Palembang , menginformasikan bahwa Fakultas Pertanian akan mendukung kegiatan Proyek Percontohan dengan dana dari mereka sendiri . Tambahan dana akan dicarikan dari Pusat Penelitian Universitas.

Tim dari UNSRJ akan turut serta melaksanakan kegiatan yang ada pada proyek Pilot Monitoring O&M . Dr. Rubiyanto memandang penting adanya proyek Pilot Monitoring ini , tidak hanya untuk kepentingan O&M saja , akan tetapi juga demi untuk memperoleh gambaran lengkap menyangkut aspek-2 yang berkaitan dengan kondisi petani, tanaman, tanah, Perkumpulan Petani Pemakai Air, masalah sosial ekonomi, pendapatan, kelembagaan, dlsb .

Direktorat Pemanfaatan Air Irigasi , Departemen Pertanian untuk tahun anggaran 2003 memprogramkan kegiatan monitoring dari efek Pengelolaan Air di Lahan Usaha Tani

(TAM) di areal percontohan O&M bekerja sama dengan Dinas Pertanian Propinsi Sumatera Selatan dan Tim UNSRI (Dr.Rubiyanto).

Ir.Hilman Manan Dipl.HE dan Ir.Amier Hartono, dari Direktorat Pemanfaatan Air Irigasi Deptan, masing-2 duduk sebagai anggota Pokja Evaluasi Pedoman Pengelolaan Air untuk Pengembangan Lahan Rawa Pasang Surut .

Bangunan Pintu Air dan Pengoperasiannya.

Pada tingkat sekunder, tidak ada bangunan pintu di SDU, tetapi di SPD terdapat dua buah bangunan pintu . Pada masing-masing bangunan, dilengkapi dengan 2 buah daun pintu klep dan dua buah daun pintu geser serta penyaring sampah yang dipasang diujung hulu dan di ujung hilir bangunan. Namun dilapangan hampir semua penyaring sampah banyak yang tidak terpasang dengan benar bahkan banyak yang sudah hilang. Bangunan pintu yang berada dibagian selatan salah satu pintu gesernya pada saat ini sudah tidak bisa dioperasikan, posisinya selalu dalam keadaan terbuka (pintu klep masih bisa beroperasi dengan baik). Untuk sementara ini, bangunan pintu ini dioperasikan hanya separohnya saja, dimana pintu klep maupun pintu gesernya tetap terbuka. Ini berarti, air pasang hanya bisa mengalir masuk separohnya saja dari kapasitas maksimumnya di saluran SPD, sehingga mengakibatkan muka air saluran tetap tinggi pada saat pasang (sekitar 0.30 m dibawah permukaan tanah). Pada saat surut, air mengalir keluar dari saluran, dan debit yang melewati pintu selatan (P6) volumenya dua kali lebih besar karena pintunya tidak bisa ditutup.

Di keseluruhan unit tersier yang dikunjungi , semua bangunan pintunya tidak berfungsi karena semua stoplognya hilang. Di beberapa bangunan, mengalami penggerogosan serius sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan dan perembesan air lewat samping-samping bangunan, Dari laporan para petani diketahui bahwa keseluruhan pintu tersier yang berada di 17 unit tersier semuanya sudah rusak.

Dalam situasi yang demikian itu, keseluruhan areal dipengaruhi langsung oleh pasang surut harian , termasuk bahkan pada saat musim kemarau , sehingga mengakibatkan drainase lahan menjadi terhambat . Permukaan air harian yang tinggi disalurkan mempengaruhi elevasi muka air tanah di lahan (juga terjadi pada musim kemarau) , akan menghambat berlangsungnya pematapan struktur tanah yang semestinya terjadi lewat proses pematangan, dan tidak banyak kandungan pirit yang bisa dihilangkan melalui oksidasi dan pencucian . Ini jelas akan lebih memperpanjang masa ketidakmatangan tanah, yang lebih lanjut mengakibatkan potensi produksi pertanian tidak akan tercapai, demikian pula kapasitasnya untuk mempertahankan air permukaan.

Karena itu diusulkan agar pintu sekunder dioperasikan sedemikian hingga muka air di saluran SPD mencapai elevasi maksimumnya sekitar 0.60 m dibawah muka tanah . Untuk itu , salah satu pintu geser di kedua bangunan lebih dulu di set 0.60 m diatas elevasi puncaknya, sedangkan pintu klep tetap dalam keadaan membuka . Sementara pintu geser lainnya tetap dalam keadaan tertutup (bangunan pintu yang di selatan tidak mungkin bisa dilakukan seperti ini) . Dengan cara ini , akan diupayakan untuk :

- menciptakan agar muka air rata-2 di saluran SPD lebih rendah dari elevasi yang ada saat ini , sehingga melancarkan drainase dari blok tersier selama musim kemarau dan disesuaikan dengan tingkat pertumbuhan tanaman , dan air untuk keperluan rumah tangga tetap diusahakan bisa dicukupi pada saat pasang tinggi ;
- mengurangi fluktuasi muka air di saluran SPD untuk mencegah resiko terjadinya kelongsoran tebing saluran seperti yang sering terjadi sekarang ini.

Namun demikian perlu diberitahukan kepada para petani apabila mereka memerlukan lebih banyak air di saluran SPD , mereka bisa mengoperasikan pintu sekunder sesuai keperluan .

Para petani juga menyatakan keinginan mereka untuk mengatur muka air di saluran tersier, yaitu di dua blok tersier yang berada di areal percotohan , setelah diperbaiki - pintu stoplog akan dipasang oleh para petani sendiri . Saat ini sedang dalam pemikiran tentang kelayakan untuk memasang papan pintu klep dari bahan fiberglass (buatan perusahaan Tedmond , Palembang) sebagai alternatif pintu stoplog tersier yang sudah pernah terpasang sebelumnya. Papan pintu klep yang diusulkan ini bisa dipasang bergantian, baik untuk kepentingan drainase maupun supply .

Kegiatan-2 yang diagendakan mulai Nopember 2002

- Pengukuran lebar bangunan pintu tersier di TC4 dan TC 12 untuk pemasangan daun pintu stop log atau pintu klep fiberglass ;
- Para petani harus memberi laporan tentang bagaimana cara mereka mengoperasikan pintu tersier (level stoplogs - dibaca papan ukur yang terpasang di bangunan)

- Melaporkan setiap perubahan apapun menyangkut “setting” pintu tersier maupun sekunder agar model hidrodinamika dimungkinkan untuk dibuat .

Tata Air Mikro (TAM)

Evaluasi terhadap Pedoman Pengembangan

Implementasi TAM

Pengelolaan air di tingkat lahan usaha tani ([redacted])
[redacted] pantai / pasang surut .

[redacted] 4 [redacted] , pelenyapan keasaman dan
kandungan bahan-2 [redacted]

[redacted] dan [redacted] pencucian

[redacted] 27 . Tidak adanya [redacted] dilakukan [redacted]

benar disertai dengan buruknya pengoperasian bangunan-2 pintu air akan semakin memperlama waktu proses pematangan sampai mencapai suatu level pada saat mana tanah sudah dapat dianggap tidak bermasalah lagi .

Tujuan pengelolaan air harus bisa dijabarkan secara konkrit sebagai pedoman praktis yang mampu diwujudkan di lapangan dalam bentuk sistem pengelolaan air di lahan usaha tani . Penerapannya se-hari-2 sangat tergantung kepada berbagai kondisi : curah hujan setempat , tanah , hidrologi , topografi dan tahap pertumbuhan tanaman . Hal itu berarti tiap-2 lokasi bersifat spesifik dan memerlukan sistem pengelolaan air yang spesifik pula dan bahkan seringkali pula tergantung kepada tata letak dari lahan usaha dan tergantung pula kepada jaringan saluran tersier dan sekunder . Pada proyek ISDP (Proyek Pengembangan Rawa Terpadu ; Loan IBRD 3762-IND) ada 12 model areas yang sengaja diciptakan di 3 Propinsi dengan luas keseluruhan 1500 ha untuk mengimplementasikan teknologi baru dalam produksi padi di kawasan lahan rawa pasang surut . Model area ini tercakup dalam Unit Tersier Percontohan dan FSTA (Farming System Technology Adaptation) .

Keberlanjutan dicapai melalui Partisipasi Petani

Prinsip yang harus dipegang adalah bahwa seluruh kegiatan di areal percontohan harus dilaksanakan oleh para petani sendiri , dukungan dari proyek hanya sebatas seperlunya dalam kadar minimal . Penekanannya bukan pada pencapaian sasaran secara cepat dengan input yang tinggi , melainkan diimplementasikan melalui penyempurnaan yang dilakukan secara gradual bersama-sama para petani dengan dukungan pemberdayaan dari Pemerintah .

Kesimpulan 24 n pengalaman dari Model Area

Teknologi [redacted] 24 telah terbukti [redacted]

[redacted] di tingkat lahan usaha tani berperan utama dalam pengembangan teknologi ini .

Disadari adanya kebutuhan yang mendesak untuk mengembangkan standar bagi penerapan TAM di lingkungan maupun pada kondisi sosial ekonomi yang berbeda di berbagai kawasan rawa pasang surut . Keterkaitannya dengan pengoperasian jaringan saluran ternyata dinilai demikian penting .



Kriteria Desain untuk Sistem Pengelolaan Air Ditingkat Lahan Usaha Tani (parit terbuka)

[redacted]

Umum

Lahan yang lebih sering terkena irigasi pasang

Sasarannya adalah pertanaman padi dua kali dalam setahun ; pada musim kemarau ada kemungkinan perlu menggunakan pompa agar bisa mencapai hasil pertanian yang optimal . Kondisi yang ada untuk keperluan supply air tidak perlu diadakan perubahan . Kalau ada penambahan hubungan antara saluran tersier dan sub-tercier dengan saluran sekunder , maka perlu diperhatikan agar semua drainasepara benar-2 dapat dikendalikan oleh para petani .

1. Saluran sub tersier yang baru dibuat harus dihubungkan dengan saluran sekunder dengan memasang gorong-2 dangkal . Aliran drainase harus bisa dikendalikan .
2. Bilamana tidak ada bangunan pintu di saluran sekunder : Maka jika diperlukan adanya penambahan hubungan antara saluran tersier dengan saluran sekunder maka perlu dilengkapi dengan bangunan pintu geser yang sebaiknya dipasang berdekatan dengan lokasi pemukiman agar mempermudah keperluan supply air . Jika hubungan itu letaknya jauh dari tempat pemukiman , maka hanya diperlukan gorong-2 yang dilengkapi dengan pintu stoplog , atau pintu klep untuk mengendalikan air drainase yang datang dari lahan usaha (Ingat bahaya overdrain) ;
3. Bilamana ada bangunan pintu di saluran sekunder : Penambahan hubungan baru antara saluran tersier dengan saluran sekunder hanya perlu dilengkapi dengan pintu stoplog untuk mengendalikan drainase dari lahan sawah . Bangunan pintu yang sudah ada perlu rehabilitasi .

Pada dasarnya , saluran kwarter dibuat di bagian perbatasan lahan dengan jarak 75 - 100 m antara masing-2 saluran .

Lahan yang tidak terkena luapan ³⁸sang (tadah hujan)

Sasarannya adalah satu tanam padi setahun XXXXXXXXXX . Untuk maksud itu drainase lahanperlu penyempunaan untuk tanaman palawija di musim kemarau. Di musim hujan perlu adanya keseimbangan antara keperluan pencucian kandungan racun dari dalam lapisan tanah dengan keperluan mempertahankan permukaan air diatas lahan untuk budidaya tanaman padi .

1. Apabila diperlukan penambahan saluran subtersier baru, maka harus dihubungkan dengan saluran sekunder dengan memasang gorong-2 dengan aliran satu arah (klep drainase) . Aliran drainase harus dikendalikan dengan pintu stoplog . Dasar (ambang bawah) pintu harus 1 meter dibawah permukaan ;
2. Apabila tidak ada bangunan pintu di saluran sekunder : Jika saluran tersier akan dihubungkan dengan saluran sekunder , maka ditempat itu perlu dilengkapi dengan bangunan pintu geser di dekat permukiman untuk memudahkan keperluan pemasokan (supply) air . Jika sambungan saluran tersier ke saluran sekunder letaknya jauh dari lokasi permukiman , maka di tempat sambungan itu perlu dibangun gorong-2 dengan aliran satu arah (klep drainase) . Aliran air drainase perlu dikendalikan dengan pintu stoplog ;
3. Apabila ada bangunan pintu di saluran sekunder : Jika akan dibuat sambungan baru antara saluran tersier dengan saluran sekunder maka hanya perlu dibuat gorong-2 dilengkapi dengan pintu stoplog untuk mengendalikan air drainase dari lahan usaha . Bangunan pintu yang sudah ada perlu diperbaiki .

Saluran kwarter perlu dibuat dengan jarak antar saluran sekitar 37 - 50 m , baik yang letaknya dibatas (ujung) lahan maupun yang berada di tengah-2 lahan .

Sistem Usaha Tani dan Pengelolaan Paska Panen Rawa Pasang Surut , Evaluasi Pedoman Pengembangan



Tanaman padi diikuti kemudian dengan tanaman jagung di Karang Agung Tengah. Tanaman padi di Propinsi Jambi (menggunakan traktor tangan).

6 [redacted] utama [redacted] pada [redacted] lahan [redacted] adalah terbatasnya tenaga kerja . Para petani kebanyakan memiliki lahan usaha 2 ha atau lebih ; terlampau luas kalau penggarapannya dilakukan secara manual . Hambatan ini berdampak luas terhadap realisasi pencapaian potensi produksi padi dan juga terhadap bagaimana padi dibudidayakan di lahan rawa pasang surut .

Pengolahan Tanah

Bilamana tidak ada peluang untuk mengolah tanah dengan menggunakan traktor maka para petani 46 [redacted] melakukannya secara manual . Karena terbatasnya tenaga kerja maka akan ditempuh cara [redacted] *) , ataupun sistem pengolahan tanah secara minimal .

Walaupun cara semacam ini dianggap wajar, akan tetapi memiliki efek yang negatif karena potensi lahan tidak mungkin didayagunakan secara penuh 17 [redacted]

1. Tanpa menggunakan traktor maka [redacted] . Secara umum sudah diketahui bahwa masa pertanaman yang waktunya lebih panjang akan semakin meningkatkan ancaman serangan tikus ;
2. Tanpa pengolahan tanah kandungan racun akan tetap tertinggal di lapisan tanah bagian atas dan membahayakan tanaman padi ;
3. Karena masa pertanaman lebih panjang dan bahaya kandungan racun menjadi 30 [redacted] semakin meningkat maka yang lebih cocok adalah budidaya tanaman padi lokal . [redacted] ;
4. Bilamana tanah menjadi semakin matang dan lapisan pirit dangkal telah teroksidasi dan telah tercuci , pengolahan tanah secara mekanis akan membentuk lapisan bajak. Lapisan bajak ini akan meningkatkan kemampuan tanah mempertahankan keberadaan lapisan air diatas lahan sawah. Kondisi ini akan mendorong para petani melakukan pertanaman yang kedua pada akhir musim hujan .

Bilamana varietas padi jenis yang lebih baru sudah bisa diintroduksi bersamaan dengan introduksi penggunaan traktor kepada para petani, maka akan cukup banyak petani yang akan lebih memilih cara penebaran benih secara langsung sebagai pengganti cara “transplanting” yang biasanya memakan waktu lebih lama. Puslitbangtan (AARD) juga merekomendasikan alat penebaran benih secara manual sebagai suatu cara yang lebih efektif untuk pembibitan, pengendalian hama tanaman, teknik pemanenan, dlsb . . . akan tetapi kebanyakan petani masih tetap menggunakan penebaran dengan cara mereka sendiri .

(*) Yang dimaksud dengan TOT adalah suatu cara pengolahan tanah yang lebih dikonsentrasikan kepada pembakaran dan/atau penyiangan tanaman dan gulma atau dengan menggunakan herbisida . Pengolahan tanah ini dilakukan tanpa atau hanya dengan melakukan pengolahan tanah secara minimal . Penanaman benih dilakukan dengan cara membuat lobang dengan menggunakan tongkat dari kayu yang dihunjamkan ketanah, dan benih padi kemudian ditaruh kedalam lobang .

Efek Mekanisasi

22 [redacted]
Bagi para petani akan terbuka kemungkinannya mengganti [redacted]

[redacted] =

[redacted]

Penggunaan asupan (input) bagi pertanian padi 2x setahun akan mengakibatkan perubahan besar pada lingkungan fisik lahan rawa pasang surut.

Untuk mendorong agar para petani bertanam padi 2x setahun, persyaratan berikut perlu dipenuhi :

Pematangan fisik tanah :

1. Tanahnya harus sudah cukup matang . Dengan demikian efek pengolahan tanah secara mekanis bisa lebih optimal . Tanah bisa menjadi lebih cepat matang dengan cara mempertahankan suhu tanah 60°C saat musim kemarau (pada saat tidak ada pertanaman) . Untuk itu perlu ditunjang dengan pembuatan parit/saluran cacingan sebagai komplemen dari pengaturan air di lahan usaha tani dikombinasikan dengan pengaturan muka air di saluran pada elevasi yang lebih rendah dari yang ada saat ini .
2. Penggelontoran dan pencucian sangat diperlukan pada permulaan musim hujan agar supaya terjadi proses pematangan tanah . Metoda terbaik adalah dengan cara pembajakan tanah secara dalam (20 - 30 cm) pada permulaan musim hujan , biarkan bongkahan tanah mengalami pengeringan karena panas matahari , disusul kemudian / penggelontoran / atau luapan irigasi / .
3. Bilamana penciptaan lapisan bajak akan dilakukan pada tanah yang sudah matang dengan memakai pembajakan mekanis, maka akan sangat dimungkinkan kelayakan menggunakan pompa air untuk mengairi tanaman kedua .

Penggunaan tenaga kerja selama periode paska panen akan semakin berkurang dan semakin efisien

Hambatan serius yang dihadapi para petani untuk bertanam padi yang kedua adalah lamanya waktu yang diperlukan untuk memanen tanaman yang pertama , dan lamanya waktu yang diperlukan untuk proses pengeringan gabah selama musim hujan .

1. Bila dalam musim hujan pengelolaan kegiatan paska panen tidak dilakukan dengan baik, maka para petani akan menerima harga yang rendah dari penjualan hasil produksinya . Karena untuk melakukan kegiatan paska panen memerlukan waktu yang lama , maka akibatnya awal musim pertanaman yang kedua akan terlambat . Sementara dalam waktu yang semakin pendek akumulasi curah hujan akan semakin mengecil jumlahnya sehingga menimbulkan resiko kekeringan bagi tanaman yang kedua . Dampak lebih lanjut dari buruknya pengelolaan kegiatan paska panen tidak hanya harga jual yang rendah dari hasil panen akan tetapi juga mengakibatkan para petani tidak termotivasi untuk menanam padi yang kedua .
2. Untuk mengurangi penggunaan tenaga kerja pada periode paska panen , maka .
3. Pengeringan gabah menggunakan lantai pengeringan dengan “blower” dan “burner” akan sangat banyak membantu meningkatkan kualitas beras dan karena itu akan meningkatkan harga yang diterima oleh petani .

Saat ini BULOG (DOLOG - Sumsel) tengah menyiapkan - untuk yang pertama kalinya - Penggilingan Beras beserta fasilitas paska panennya di Telang I Propinsi Sumatra Selatan .

(BULOG = Badan Urusan Logistik , DOLOG = Depot Logistik , suatu badan pemerintah yang berperan untuk stabilisasi harga beras) .

Juga berdasarkan Pusat Penelitian Universitas Sriwijaya di Palembang dari pengalaman yang diperoleh di lokasi Telang-Saleh (SumSel), dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk mewujudkan keberhasilan pengembangan lahan rawa memerlukan investmen yang relatif tinggi baik untuk sektor SDM maupun prasarana. Pendekatan pengembangan dengan input dan biaya rendah ternyata tidak membawa keberhasilan. Table di bawah ini meringkaskan invesmen yang dibutuhkan untuk pola pengembangan model komprehensif dan terpadu.



Table 1: Aspek-Z Pendukung keberhasilan strategi pengembangan lahan pasang surut.

	Aspek	Kegiatan
01	PERTANIAN	<ul style="list-style-type: none"> - Pengembangan pertanian dengan dukungan mekanisasi. (paling penting) - Dukungan input pertanian (bibit, pupuk termasuk P, pestisida) - Pola pertanaman dilakukan secara serentak dalam satu unit pengelolaan air tingkat sekunder - Diversifikasi tanaman, palawija-tanaman perkebunan, perikanan - Intensitas pertanaman 2X tanam setahun - Penyuluhan dan pelatihan bagi para petani dan staf/petugas daerah
02	PENGLOLAAN AIR	<ul style="list-style-type: none"> Pemasangan/Rehabilitasi bangunan pintu air O&P pintu air Pelatihan O&P bagi para petani dan petugas daerah Pengembangan budidaya perikanan Perkebunan/Tanaman keras
03	PENANGANAN PASKA PANEN	<ul style="list-style-type: none"> Fasilitas/sarana pengeringan dan penanganan paska panen tersedia mencukupi dan merata jumlahnya di masing-2 kawasan Gudang penyimpanan Angkutan ke pasar Pemasaran
04	INFRASTRUKTUR EKONOMI, SOSIAL DAN PENGEMBANGAN DAERAH	<ul style="list-style-type: none"> Peningkatan dan penyempurnaan perhubungan air Pengembangan jaringan jalan Pengembangan institusi pasar Sarana air minum, sanitasi, pendidikan, kesehatan, keagamaan pengembangan wilyah dan integrasi antar kawasan/sub-kawasan melalui
05	PENGEMBANGAN KELEMBAGAAN	<ul style="list-style-type: none"> Litbang, penyuluhan oleh lembaga penelitian setempat Inisiatif dan komitmen Pemerintah Daerah Kemitraan/keterlibatan sektor swasta Peningkatan partisipasi Layanan jasa perbankan dan mekanisme kredit
06	SISTEM INFORMASI MANAJEMEN	<ul style="list-style-type: none"> Manajemen aset Monitoring dan Evaluasi Sistem Informasi Geografi Pengembangan model-2 pengelolaan air dan DSS (decision Support System)
07	PENGLOLAAN DAMPAK LINGKUNGAN	<ul style="list-style-type: none"> (Amdal/ UKL/UPL) Pengembangan kerangka hukum dan penegakannya Konservasi sumberdaya alam dan pelestarian ekosistem

Tabel ini mencakup kualitas lahan hidrologis dan karakteristik tanah yang mempunyai pengaruh penting terhadap desain dan potensi yang dimilikinya. *Kualitas lahan juga dipengaruhi oleh proses dinamis, tidak kurang karena perubahan pada layout saluran dan desainnya, peningkatan saluran dan bangunan-bangunannya, atau oleh perubahan lingkungan, seperti misalnya lenyapnya dome gambut.*

Diharapkan tabel ini akan menyumbangkan pemahaman yang lebih baik terhadap kebutuhan yang diperlukan dan pengaruh yang diharapkan dari peningkatan proyek rawa. Tabel ini hendaknya survey inventarisasi investigasi, baik pada tingkat mikro maupun tingkat makro.

di bawah ini.

Lihat juga: Tidal Lowlands project

Pembatasan dari kualitas berdasarkan panjang saluran sampai sungai seperti di kemukakan pada tabel di bawah ini

Pembuatan model komputer dari masing-masing sistem saluran akan sangat memungkinkan dan dianjurkan untuk digunakan dalam menentukan batas-batas dari masing-masing kualitas lahan hidrologi. Berdasarkan alasan praktis pembatasan panjang saluran sampai sungai yang dikemukakan pada tabel di bawah ini didasarkan atas pengalaman secara umum yang dijumpai di daerah rawa pasang surut.

Kualitas Lahan pada Hidrologi	Hidrologis/ Kualitas panjang kanal sampai sungai	Rekomendasi dan Potensi Penggunaan
1.1 Acaman (bahaya) intrusi air asin	1.1.1 Areal dimana intrusi air asin di saluran berlangsung selama 3 – 6 bulan	Hanya berpotensi untuk tanam padi sekali setahun. Perlu diberikan perhatian ekstra untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga. Tanaman keras bisa saja merupakan pilihan yang lebih baik di areal dimana ¹ dalam efektif drainasenya
	1.1.2 Areal dimana ¹	Potensial untuk tanam padi dua kali setahun. ¹
1.2 Areal dimana kisaran pasang surutnya < 30 cm dalam musim hujan di sungai/ saluran primer/ saluran sekunder yang terdekat; jarak dari lokasi sampai saluran < 1,5 km. <i>(jika jarak ke saluran primer/ sekunder > kawasan semacam ini tidak tergolong lahan pasang surut.)</i>	1.2.1 Areal dengan panjang kanal < 8 km sampai sungai pasang surut. Kisaran pasang surut yang kecil di saluran pada panjang kanal < 8 km sampai sungai menunjukkan bahwa daerah semacam ini sudah berada di luar jangkauan pengaruh pasang surut sungai, mendekati kepada bagian dari bantaran banjir sungai.	Areal semacam ini umumnya berbatasan dengan lebak (dataran banjir) dan biasanya memerlukan tanggul pengaman banjir. Pola tanaman harus disesuaikan dengan kondisi setempat. Perlu kehati-hatian terhadap tanah sulfat masam. Irigasi pompa sangat diperlukan untuk lahan jenis ini. Aliran air satu arah di saluran dinilai penting.
	1.2.1 Areal dengan panjang kanal > 8 km pasang surut. Kisaran pasang surut yang kecil di sini biasanya menunjukkan daerah ini masih terjangkau oleh pasang surut muka air sungai, hanya masalahnya letaknya terlampaui jauh dari sungai. Diperlukan tindakan ekstra untuk pengaturan air di saluran.	¹ khusus tanah sulfat masam. Apabila ada tanah sulfat masam maka perlu dijaga agar tanah tersebut dalam keadaan basah dimusim kemarau (lihat tipe luapan 2.2). Irigasi pompa umumnya sangat penting. Saluran primer utama perlu sejajar sungai dan dilengkapi dengan bangunan pengatur air searah.



1.3 Areal dengan kisaran pasang surut > 30 cm selama musim hujan di sungai/ saluran primer/ saluran sekunder yang terdekat; jarak dari lokasi ke saluran < 1,5 km.	1.3 Areal yang berbatasan dengan jangkauan pasang surut sungai.	Bagian terbesar dari lahan rawa pasang surut berada di kawasan ini.
--	---	---

Kualitas Hidrologis Tipe Luapan	Hidrologis/ Kualitas panjang kanal sampai sungai	Rekomendasi dan Potensi Penggunaan
2.1 Irigasi pasang surut (pasut) akan mempengaruhi potensi irigasi pasut dan tipe irigasi pasut.	<p>1.1.1 Kawasan dengan [redacted] / luapan dalam.</p> <p>1.1.2 Kawasan dengan [redacted] / luapan dalam.</p> <p>1.1.3 Kawasan dengan [redacted]. Irigasi pasut tergantung kepada pengaruh kombinasi dari hujan, ukuran saluran yang relatif kecil, tingginya pasut, dan elevasi tanah.</p>	<p>Kawasan yang mudah dikelola [redacted]. Kawasan ini [redacted] dikuasai [redacted] yang telah ada sejak awal.</p> <p>Tanggul untuk pengamanan banjir diperlukan. Diperlukan bangunan pengendali di tanggul.</p> <p>[redacted]</p>
2.2 Surface flows from nearby peat forest/upland	2.2 Aliran air permukaan bisa membasahi areal ini.	Bahaya drainase berlebihan bilamana saluran diperbesar. Pengendalian aliran diperlukan dengan membangun tanggul dan bangunan pengendali.
2.3 Tidak ada irigasi pasut.	2.3 Areal ini tidak bisa dibasahi oleh [redacted] irigasi pasut.	Biasanya [redacted] usaha tani untuk jenis tanah [redacted] (organic) maupun pirit. [redacted]



Drainabilitas	Pengaruh Panjang Kanal sampai Sungai	Rekomendasi dan Potensi Penggunaan
3.1 Lahan tanpa potensi drainase yang mencukupi. <u>Kedalaman efektif drainase < 30 cm (setelah hilangnya lapisan tanah gambut)</u>	3.1.1 [redacted] surut. Areal semacam ini biasanya dapat didrainase pada saat surut rendah.	Tanaman padi biasanya bisa dibudidayakan. Perlu perhatian yang lebih besar untuk penyempurnaan banyaknya hubungan ke sungai terdekat guna meningkatkan potensi drainase. Tanaman keras hanya bisa tumbuh di guludan (sorjan).
	3.1.2 Panjang kanal > 1,5 km sampai sungai pasang surut. Pada kasus ini waktu yang tersedia untuk drainase pada saat surut rendah terlampau singkat untuk memungkinkan drainase yang memadai.	Tidak dianjurkan untuk melakukan kegiatan pertanian di kawasan ini. Kawasan ini sebagian besar meliputi tanah gambut. Opsi yang berhubungan dengan kegiatan kehutanan dimana keperluan untuk drainase lahan bersifat minimum merupakan opsi yang dianjurkan.
3.2 Lahan dengan potensi drainase yang mencukupi <u>Kedalaman efektif drainase > 30 cm (setelah hilangnya lapisan tanah gambut)</u>	3.2.1 Kedalaman efektif drainase 30 – 60 cm. [redacted] Selama periode surut rendah lebih banyak waktu yang tersedia untuk drainase dan potensi drainase setara dengan kualitas lahan 3.2.3	Dapat direkomendasikan untuk tanaman keras maupun padi.
	3.2.1 Kedalaman efektif drainase 30 – 60 cm. [redacted] Selama surut rendah waktu yang tersedia untuk drainase lebih singkat.	Direkomendasikan terutama untuk tanaman padi. Tanaman keras hanya bisa tumbuh di guludan (sorjan).
	3.2.3 Kedalaman efektif drainase > 60 cm. Di kawasan semacam ini tidak pernah ada masalah drainase.	Dikebanyakan kasus tanaman keras merupakan alternatif terbaik. Di daerah yang drainasenya terhambat dengan sedimen marine tua (lihat 4.2.2) biasanya digunakan untuk budidaya tanaman padi.

2

[redacted]
kedalaman
[redacted]

[redacted]

4.1 Muck (Organik)/ Tanah Sulfa! Masam	4.1.1 Lahan potensial	Keseimbangan yang ada antara oksidasi dan pencucian mencukupi untuk mempertahankan tanah menjadi masam. Sangat penting untuk mematangkan tanah dengan kepadatan rendah yang belum matang dengan menerapkan sistem pengaturan air dangkal. Untuk memacu proses pematangan tanah jenis ini, maka selama musim kemarau air tanah harus diturunkan 60 cm di bawah permukaan tanah. Pada tanah yang sudah matang sangat mungkin penggunaan irigasi pompa dikombinasikan dengan traktor dan terciptanya "plough-layer" (tanah yang belum matang tidak bisa mempertahankan genangan air di atas lahan).
	4.1.2 Lahan Sulfat Asam	Potensi untuk pencucian dan penggelontoran pada kondisi saat ini tidak mencukupi: bisa kembali menjadi lahan potensial dengan menyempurnakan sistem pengaturan air dikombinasikan dengan pengolahan tanah dengan mekanisasi, serta menghubungkan dua saluran dan penggelontoran air satu arah.
4.2 Bukan Tanah Sulfa! Masam	4.2.1 Sedimen Marine (laut) Muda	Sebagian besar jenis tanah ini berpotensi untuk ditanami padi atau kolam ikan.
	4.2.2 Sedimen Marine Tua	Jenis tanah ini utamanya untuk budidaya tanaman padi. Pembajakan tanah secara dalam tidak dianjurkan karena bahaya tercampurnya lapisan atas tanah dengan tanah beracun (aluminium).
4.3 Tanah Gambut	4.3 Kedalaman efektif drainase berkelanjutan (>30 cm) setelah subsider (penurunan tanah)	Bisa untuk budidaya tanaman keras.
	4.4 Kedalaman efektif tidak berkelanjutan (<30 cm) setelah subsider (penerunan tanah)	Tidak ada potensi Pertanian atau potensi Perkebunan. Muka air tanah harus dekat muka tanah, kurang 30 cm di bawah tanah. Berapa macam pohon rawa bisa tumbuh. (Pohon Ramin?)
4.4 Tanah dengan Kesuburan Rendah "Whitish"	4.5 Kedalaman efektif drainase berkelanjutan (>30 cm) setelah subsider (penerunan tanah)	Potensi untuk pertanian sangat rendah. Dengan semakin baiknya drainase, tanah jenis ini berpotensi untuk "Melaleuce Forestry"

²⁴ 25 Nopember/17 Desember 2002 di Areal Uji Coba

Para petani bisa bertanam dua kali dalam hasil rata-rata 5 ton/ha. Biaya untuk mekanisasi, pupuk, dlsb sekitar Rp. 1 juta/ha. Pendapatan dari hasil panen bisa mencapai Rp 5 juta, penerimaan bersih mencapai Rp 4 juta /ha. Dengan pemilikan lahan sawah per rumah tangga petani seluas 2 ha, maka pendapatan rumah tangga petani dari tanaman padi setiap tahunnya mencapai Rp.16 juta. Jauh melebihi pendapatan petani di lahan sawah irigasi konvensional yang kebanyakannya merupakan petani gurem dengan pemilikan sawah rata-rata 0,5 ha atau bahkan banyak yang luasanya lebih kecil dari itu.

PINTU AIR DI DAERAH IRIGASI PASANG SURUT

Robertus Chandrawidjaja, FAKULTAS TEKNIK UNLAM (Perkembangan Teknologi dan Aplikasi Beton Terkini Dalam Menunjang Pembangunan, Desember 2005)

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pertumbuhan pendudukan Indonesia yang semakin pesat, menuntut banyak hal, diantaranya kebutuhan sandang pangan dan papan. Untuk dapat memenuhi semua kebutuhan hidup dan kehidupan, mau tidak mau penggalan sumberdaya alam semakin pesat dilakukan.

Pemanfaatan sumberdaya alam diantaranya adalah memanfaatkan lahan yang tadinya tidak memberi kehidupan seperti lahan Rawa, baik yang dipengaruhi pasang surut maupun yang tidak, dan sekarang ini lagi gencar-gencarnya dilakukan (khususnya di Kalimantan Selatan) adalah usaha penambangan batubara.

Dampak dari sebuah pembangunan diantaranya adalah terjadi perusakan alam dan lingkungan. Menyadari bahwa rusaknya alam dan lingkungan yang dikarenakan oleh kegiatan manusia, maka usaha-usaha pembangunan harus disertai usaha-usaha pelestarian, dan usaha-usaha memperkecil dampak negatif dan mengoptimalkan dampak positif.

³² Kegiatan dimulai -1985, sedangkan di Sumatera oleh tim dari ITB dan IPB. Dan beberapa tahun terakhir ini sedang dilaksana studi untuk mencari optimalisasi pemanfaatan lahan rawa baik di Kalimantan maupun daerah lainnya di Indonesia.

Ruang Lingkup

Upaya untuk meningkatkan produksi pangan terutama beras sebagai akibat kekurangan beras sudah dimulai secara terbatas pada tahun 1930-an, dan dilanjutkan secara besar-besaran tahun 1960-an yang dikenal dengan kegiatan P4S.

Pembangunan P4S di Kalimantan pada mulanya dengan pengembangan teknologi tradisional yaitu "Banjarese and Bugisrese Tradisional Irrigation System" dengan memanfaatkan gerakan pasang surut muka air sungai yang kemudian disebut dengan "Sistem Kolam Pasang"; "Sistem Tanpa Kolam Pasang"; "Sistem Gambut Tebal"; yang tidak menggunakan pintu-pintu air; perkembangan tahun 1990-an (pada tahun 1992 di daerah Unit Terantang produktivitas tercatat 2,388 Ton/Ha, sedangkan untuk tahun 1995 kurang lebih 3,50 Ton/Ha; sekali lagi tentu saja angka-angka tersebut merupakan kemajuan yang sangat luar biasa, sehingga semakin potensial untuk di kelola dan dimanfaatkan secara optimal); oleh Departemen terkait mulai dicoba teknologi **pintu-pintu air** dengan harapan terjadi aliran searah, dan pada gilirannya diharapkan produktivitas semakin meningkat.

Maksud dan Tujuan

Maksud, berusaha secara optimal untuk dapat meningkatkan produktivitas lahan, dan pada gilirannya akan meningkatkan kesejahteraan petani.

Tujuan, membuat suatu ³⁶ rawa adalah suatu sistem sehingga pemberian dan pembuangan air sepienuh dapat dikendalikan.

METODOLOGI

Untuk menyampaikan pokok pemikiran sesuai dengan tema seminar "Perkembangan Teknologi dan Aplikasi Beton Terkini Dalam Rangka Menunjang Pembangunan", dilakukan Studi pustaka, Tinjauan Lapangan dan Pengabdian kepada masyarakat diantaranya di Unit Terantang Kabupaten Barito Kuala Propinsi Kalimantan Selatan, Analisa kualitatif, Saran.

ANALISA KUALITATIF

Lahan rawa Unit Puntik Terantang ⁴³ yang terletak antara 3o 07'00" dan 3o11'00" lintang Selatan, 114o 35'00" dan 114o 41'00" Bujur Timur, dengan luas 3200 Ha merupakan daerah dataran yang dipengaruhi oleh pasang surut. Umumnya hidrotopografi daerah ini berada sedikit diatas elevasi pasang rerata. Kondisi tanah berpasir $\phi=170$; $C=0,12 \text{ Kg/Cm}^2$ dan sebagian lagi berupa tanah lunak. Sedangkan koefisien konsolidasi $C_v= 1,55 \times 10^{-3}$ dan indeks pemampatan $C_c= 2,29$.

Dengan jumlah penduduk kurang lebih 800 KK. Lokasi ini dapat ditempuh dengan jalan darat ke arah Timur Laut Kota Banjarmasin ³⁵, atau dengan speed boat atau ketotok ⁴⁸ Ijam atau 1,5 jam dengan klotok. memiliki kriteria yang khas, diantaranya adalah bahwa kondisi batas pengembangannya adalah permasalahan kelebihan dan kekurangan air pada saat-saat tertentu, Fluktuasi pasang surut hasil pengamatan antara lain pada 3 Km dari muara sungai Barito sampai dengan 0,6 Km dari kolam pasang (Pasang tertinggi pada pukul 18.30 pada ketinggian 239 Cm dan yang kedua pasang tertinggi 220 Cm, dengan pH 5; kelompok IV mahasiswa FT Unlam 26-27 April 1998; kelompok III pada jarak 2,5 Km dari kelompok IV pasang tertinggi pukul 19.30 pada 167 Cm dan yang kedua pada pukul 10.00 pada ketinggian 159 Cm dengan pH 5; kelompok II pada jarak 2,9 Km dari kelompok III memperoleh pasang tertinggi pada pukul 19.30 dengan ketinggian 146 Cm dan yang kedua pukul 09.00 dengan ketinggian 130 Cm dengan pH 4; kelompok I dengan jarak 3 Km dari kelompok II atau 0,6 Km dari kolam pasang memperoleh pasang tertinggi pukul 19.30 dengan ketinggian 116 Cm dan yang kedua pukul 09.30 dengan ketinggian 114 Cm dengan pH 3).

Dengan iklim hujan tropis dengan jumlah curah hujan rerata tahunan 2520 mm, curah hujan 3 harian maksimum tahunan 121-173 mm, dengan hujan efektif 70% R80 pada Januari 228 mm dan pada bulan Agustus/September 22 mm. Tingkat kemasaman mencapai pH 4.

Menurut prioritas peruntukkannya berdasarkan Satuan Kawasan Rawa (SKR) Barito Kuala SKR dengan luas 304.899 daerah reklamasi seluas 141.718 dengan urutan prioritas kesesuaian fisik dan lingkungan adalah: Tanaman Talas; Nenas; Padi Gogo; Padi Sawah; Kedelai. Luas penggunaan Usaha tani Tanaman pangan pada lahan rawa Barito Kuala

108.850 Ha. Yang tanam 2 kali 7.691 Ha; yang tanam 2 kali 76.237 Ha. Sehingga luas lahan usaha tani 83.237 Ha (77%).

Saluran primer dan sekunder berfungsi sebagai saluran navigasi; saluran primer dengan lebar 50 M dan kedalaman 3,5 M dengan penampang segi empat, saluran sekunder juga berbentuk segi empat dengan lebar 40 M dan kedalaman 3,0 M dan bagian ujung saluran sekunder adalah selebar 30 M dengan kedalaman 2,50 M, Ukuran kolam pasang 400M lebar dan 300M panjang dengan kedalaman 3,0M; saluran tersier dengan lebar 2,0M dan kedalaman 1,50M.

Oleh karena itu untuk mengatasi kendala ¹⁵ atas diperlukan sistem tata air dan saluran drainasi sedemikian sehingga pengontrolan [REDACTED] di lahan [REDACTED], antara lain [REDACTED] sistem [REDACTED].

PINTU AIR

Pintu air atau pintu klep pada saluran-saluran irigasi terutama pada daerah persawahan pasang surut sudah banyak digunakan untuk mengatur aliran agar hanya bergerak satu arah sesuai dengan fungsi saluran baik saluran pengangkut (supply) maupun pada saluran pembuang (drainage) pada saluran pengangkut agar air segar masuk ke daerah persawahan, sebaliknya pada saluran pembuang untuk menggelontor keasaman dan unsur-unsur racun yang terdapat dalam tanah gambut.

Pintu-pintu klep yang dijumpai di unit persawahan pasang surut Unit Barambai Kalimantan Selatan yang terbuat dari kayu ulin yang poros putarnya adalah horisontal, Unit Tamban Luar Kalimantan Tengah, Unit Tabunganen Kalimantan Selatan; Unit Terantang dengan bahan dari "Fiberglass". Disamping itu terdapat pula pintu air yang terbuat dari bahan "baja" maupun "beton". Masing-masing bahan konstruksi yang digunakan tentu membawa keuntungan dan kerugian masing-masing, apakah bahan konstruksi mudah di dapat, murah, dan apakah efektif dari tinjauan hidraulik.

Pengaturan bukaan pintu klep di daerah pasang surut dimana gerak pasang surut berperiode tidak persis 24 jam, maka pengoperasian pintu pengatur tidak dapat bersifat reguler sehingga diperlukan suatu pengatur yang bersifat otomatis. Secara hidraulik yang sangat berpengaruh antara lain adalah ³⁷ [REDACTED] (Δh), juga koefisien pengaliran (C_d). Dengan penyederhanaan (dimana saluran dengan kemiringan kecil mendekati sama dengan nol; koefisien energi $\alpha=1$; kehilangan energi di tampang saluran dan di tampang pintu dianggap sama dengan nol) diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$Q = C_d \cdot A_2 \cdot V_2$$
$$A_2 = L_p \cdot h_2$$
$$V_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(\Delta h + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} \right)}$$
$$Q = C_d \cdot L_p \cdot h_2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(\Delta h + \frac{V_1^2}{2 \cdot g} \right)}$$
$$V_1 = \frac{Q}{L \cdot h_1}$$

[REDACTED]

Besarnya bukaan pintu secara sederhana tentu sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya hidrostatik dan gaya berat dari pintu; apakah dengan gaya-gaya hidrostatik yang timbul pintu dapat terbuka dan berapa persen terbukanya pintu tentu juga dipengaruhi oleh antara lain gaya berat pintu. Berkaitan dengan hal ini maka apabila bahan konstruksi dari beton tentunya yang dikehendaki adalah kualifikasi **beton ringan**. Hasil dari penelitian Hanafi Usman(1995) di Unit pasang surut Barambai dan Tabunganen terdapat beberapa pintu yang tidak dapat terbuka karena kurang kuatnya tekanan air untuk mendorong pintu klep.

SARAN

Untuk bahan konstruksi pintu air di daerah irigasi pasang surut sebaiknya dipilih bahan yang ringan mungkin, hal ini dikarenakan bahwa (Aft) yang relatif kecil antara 0,5cm s.d 4,5cm dan kecepatan aliran antara 0,05m/det s.d. 0,61 m/det (Hanafi Usman, 1995). Oleh karenanya apabila digunakan bahan konstruksi dari beton, maka tentu jawabannya adalah beton dengan kualifikasi "**Beton ringan**"

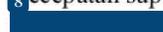
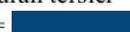
Perhitungan sistem Kolam Pasang

Diketahui:

- Area yang di reklamasi 50.600.000 m²
2/3 luas area untuk pertanian; direncanakan irigasi sistem kolam pasang dengan bentuk garpu 33.800.000m²
- Peta tanah tinjau terdiri dari:
Clay= 20.800.000 m²
Sand= 5.200.000 m²
Peat= 7.800.000 m²

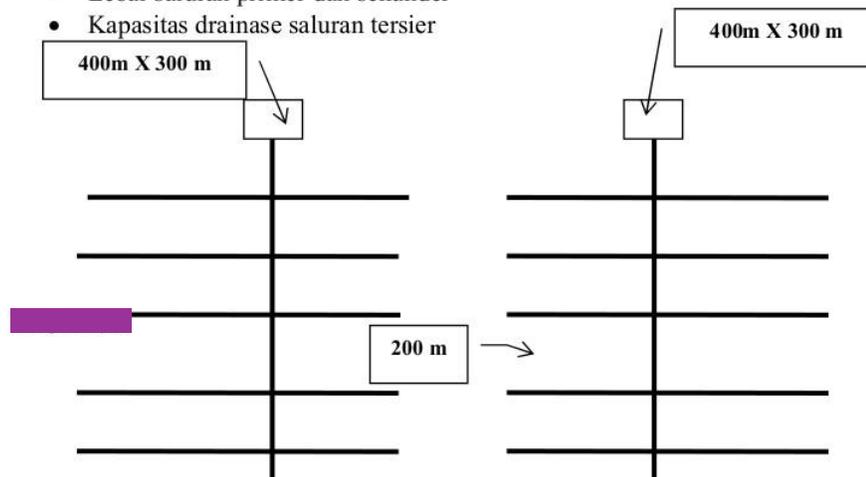
- Tanaman padi pada Clay = 15.600.000 m²
- Tanaman Sekunder pada Peat = 7.800.000 m²
- Tanaman Tebu pada Sand = 5.200.000 m²
- Tanaman Tebu pada Clay = 5.200.000 m²
- Saluran primer 2 km
- Saluran sekunder 2 X 6 km
- 2 kolam pasang dengan ukuran 400 x 300 m
- Saluran tersier panjang 3 km; 1,5 km dengan jarak 200 m
- Lapisan piritte terletak pada kedalaman > 1 m
- Beda tinggi di pengambilan 2 m
- Beda tinggi di kolam pasang 1,50 m
- Kadar BOD = 50
- COD/BOD = 5
-  = 150 mm
-  = 175 mm
-  = 195 mm
- Genangan: $\frac{a+b+C}{3} < 200mm$
- $c < 150mm$

Asumsi:

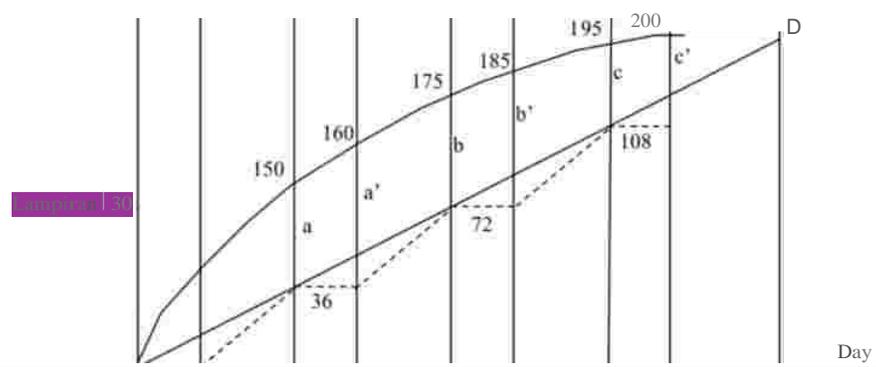
- Kecepatan drainase saluran primer = 1 m/det
- Kecepatan drainase saluran sekunder = 0,6 m/det
- Kecepatan drainase saluran tersier = 0,4 m/det
- Kecepatan suplai saluran primer = 0,5 m/det
- Kecepatan suplai saluran sekunder = 0,35 m/det
- Kecepatan suplai saluran tersier = 0,25 m/det
-  Clay = 
-  Peat = 
- Infiltrasi tanah Sand = 150 mm/hari
- Penggenangan dekat sungai 8 jam; jauh dari sungai 7 jam
- E_o = 5 mm/hari.

Ditanyakan:

- Lebar saluran primer dan sekunder
- Kapasitas drainase saluran tersier



Saluran Tersier (Drainase)



$$D_m = \frac{D(3)}{3 * 8,64} = \frac{108}{3 * 8,64} = 4,1 \approx 4 \text{ (It/sec/ha)}$$

I

14

$$D, \quad j+o; = \frac{24 * 4}{14} = 7 \text{ It/sec/ha}$$

v *c.fiu*

Pada saluran tersier panjang 3000m selisih tinggi di hulu dan di hilir (1-0,7) adalah 0,3m sehingga $I = \frac{0,3}{3000} = 0,0001$ (Suplai). Maka Kecepatan adalah

$V=0,25$ m/det; sedangkan untuk drainase $V=0,4$ m/det;

Luas Tersier = 3000m X 200m = 60 ha

Sehingga $De' = 60 \times 7 = 420$ lt/det

Luas tersier = $\frac{420}{0,4} = 1050 \text{ m}^2$; dengan maksimum $h = 1$ m; lebar tersier = 1m

Rencana Saluran untuk suplai:

$E_s = 5,0$ mm/hari

$$I_e = K_1 \cdot K_2 \cdot E_0$$

Areal Padi (sawah): $I_e = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot E_0}{1,2 * 0,75 * 5} \Rightarrow \text{Clay} = 4,5 \text{ mm/hari}$

Areal Tanaman Sekunder: $I_e = \frac{K_1 \cdot K_2 \cdot E_0}{0,4 * 1,5 * 5} \Rightarrow \text{Sand} = 3,0 \text{ mm/hari}$

Areal Tebu: $\sum e = K_1.K_2.E_o \Rightarrow$ Pasir & Gambut

$$\sum e = 0,8 * \frac{1,2 + 0,75}{2} * 5 = 4,0 \text{ mm/hari.}$$

8 (consumptive [redacted] sebesar 33.800.000m² adalah:

$$\sum e_r = \frac{15.600.000 * 4,5 + 7.800.000 * 3,0 + 10.400.000 * 4,0}{33.800.000} = 4 \text{ [redacted]}$$

[redacted]:

$$i_r = \frac{[redacted] + A_3 i_3}{\sum [redacted]} = \frac{20.800.000 * 10 + 7.800.000 * 250 + 10.400.000 * 150}{33.800.000}$$

$$i_r = 87 \text{ mm/hari}$$

Re rata penggenangan 7 jam maka infiltrasi = $\left(\frac{7}{24}\right) * 87 = 25 \text{ mm}$

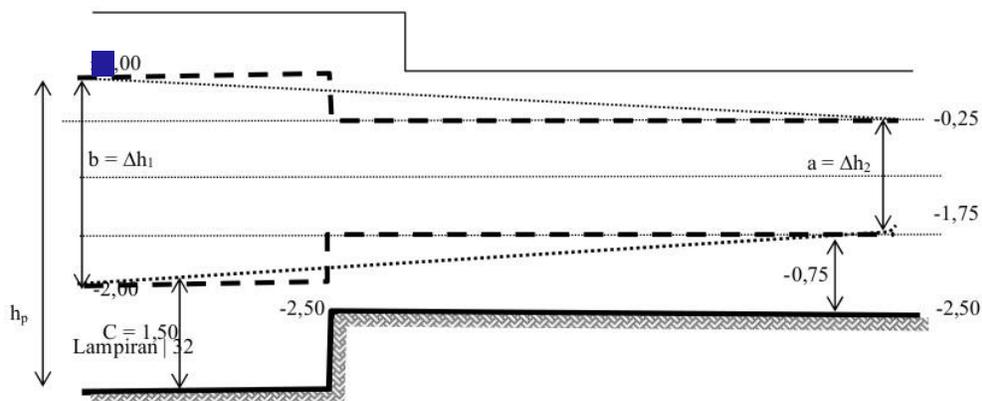
$$W_r = \sum e + \text{infiltrasi} + \text{Puddling}$$

Untuk rawa Puddling ≈ 0.0

8 [redacted].0

[redacted]

$$I_r = \sum e + [redacted] = 4,0 + 25 = 29 \text{ mm} \approx [redacted]$$



-3,50

$$\frac{\Delta h_2}{\Delta h_1} = 0,8 \text{ (normal)}$$

$$\frac{\Delta h_2}{\Delta h_1} = 0,7 \text{ (long)}$$

$$\frac{\Delta h_2}{\Delta h_1} = 0,6 \text{ (with friction)}$$

$$a = \Delta h_2 = 1,50 \text{ m}$$

$$b = \Delta h_1 = 2,00 \text{ m}$$

$$c = h_s = 1,50 \text{ m}$$

$$h_p = h_s + \Delta h_1 = (1,50 + 2,00) = 3,50$$

di saluran =

$$\frac{1,00 - 1,50}{2} = 0,25 \text{ dibawah El. } \pm 0,00$$

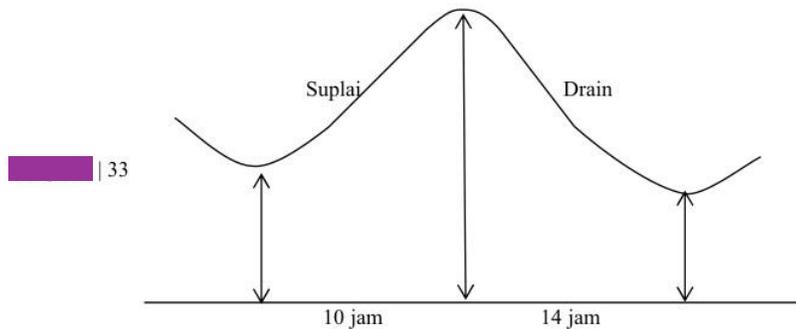
(kecepatan diambil 0,50 m/det)

$$A = b * \frac{h_p + h_s}{2} = b * \frac{3,5 + 1,5}{2} = b * 2,5$$

$$Q = \nabla 1 - \nabla 2 \text{ (untuk 10 jam)}$$

$$Q = A * 0,03 * n = \left(\frac{2}{3} * 50.600.000 \right) * 0,03 * 2,5 = 2.530.000 \text{ m}^3$$

Untuk bentuk normal : n=2,5



$$Q = A * V, = A * 0,50 = b * 2,5 * 0,50 * 10 \text{ (jam)} = 2.530.000$$

Sehingga : $b = 56,22 \text{ m} \approx 60 \text{ m}$

Saluran Sekunder:

$$V_{\text{sek}} = 2/3 * 0,5 = 0,34 \text{ m/det}$$

$$h = (S_n) = (2,5 + 0,75)/2 = 1,63 \text{ m}$$

Untuk dua Saluran Sekunder:

$$(A_{\text{II}} = \{2 * (b * 1,63)\}) * (V_{\text{sek}} = 0,34) = (A_{\text{I}} = (60 * 2,5)) * (V_{\text{primer}} = 0,50)$$

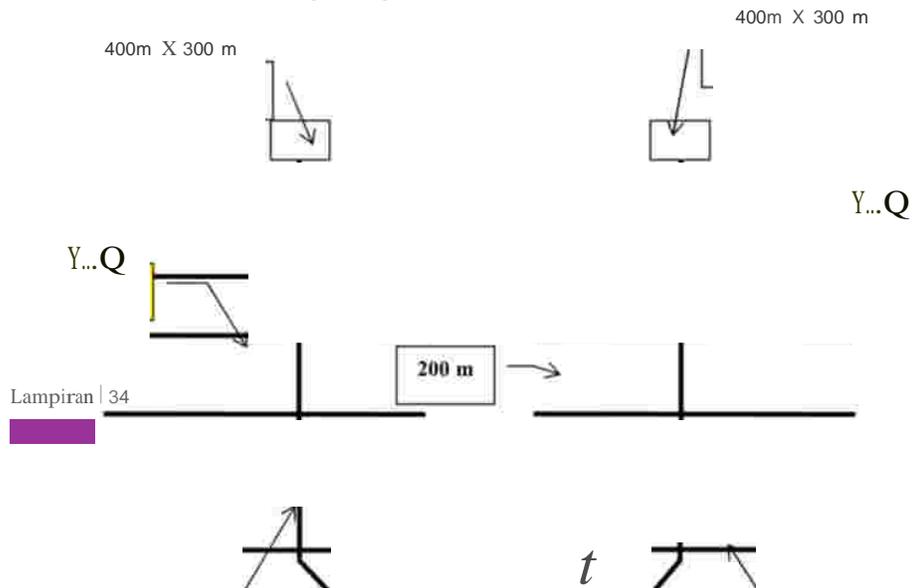
Untuk menghitung lebar saluran sekunder (SII) dipakai debit rerata:

$$Q = 2.530.000 \text{ m}^3$$

$$Y_i. Q = 1.265.000 \text{ m}^3$$

$$Y_i. Q = 632.000 \text{ m}^3$$

Secara rerata debit di hitung sebagai berikut:



Waktu pasang:

(V1) Sl : 2000(2km) * 3,50 * 60	420.000 m ³
Sn: 2(6000 * 2,50 * 30)	900.000 m ³
KP(kolam pasang): 2(300 * 400 * 2,50)=	600.000 m ³
Sawah: 2/3*50.600.000*0,03	1.012.000 m ³
Sm: 4*4.500*16 * 1	288.000 m ³

$$= 3.220.000 \text{ m}^3$$

$$V_p = V_1 - (V_{1 \text{ primary}} + V_{1 \text{ secondary}})$$

$$V_p = 3.220.000 - (420.000 + 900.000)$$

$$V_p = 1.900.000 \text{ m}^3$$

$$V_s = V_p - V_2 = 1.900.000 - 630.000 = 1.270.000 \text{ m}^3$$

$$\frac{1.270.000}{630.000} = 200\%$$

BOD Lapangan = 50

COD = 5*[BOD](reduced BOD; terjadi polusi atau banyak pirite)

$$\frac{V_s}{V_2} > \frac{Q - t^*s}{2 \cdot a} - 0,03 \cdot \frac{(5 \cdot 0,9 \cdot 50)}{2 \cdot a} = 113\% \text{ (n=2,5)}$$

Berarti: 200% > 113%

Diperkirakan:

$$\frac{V_s}{V_2} < \frac{t^*s}{2 \cdot a}; \text{ maka n diperbesar; } n = 3$$

$$\frac{1^*s}{2 \cdot a} = \frac{0,03 \cdot (5 \cdot 0,6 \cdot 50)}{2 \cdot 3} = 75\%$$

$$V_1 - V_2 = \left(\frac{2}{2,5}\right) \cdot 2.530.000 = 3.036.000 \text{ m}^3$$

 bi = (3/2,5) * 60 = ± 72 m

$bz = \pm 36 \text{ m}$

$V_2 = 720.000 \text{ m}^3$

$V_p = 1.900.000 \text{ m}^3$

$V_s = 1.180.000 \text{ m}^3$

Maka:

$\frac{1.180.000}{720.000} = 164\% > 75\%$

Tabel A. n-table to estimate the dilution)

Form of the area	Factor n	BOD reduction	Reduced BOD	With tidal basin	COD/BOD	$\frac{h_2}{h_1} V$
ormal	2,5	1	Field BOD	0,9 BODr		0,8
Long form	2,2	0,7	0,7 x Field BOD	0,5 BODr	Huisman table	0,7
Long form with much friction	2,0	0,5	0,5 x Field BOD	0,3 BODr		0,6

Tabel B.
Midofied table

Minimal	COD ₂₀ /BOD _s
Alittle contaminated/polution	1,7
	2,0

Lampiran 137

Household pollution	2,5
"Exposed" pyrite polluted	4,0
Much "exposed" pyrite polluted	9,0

Table to es una e wa er requiremen

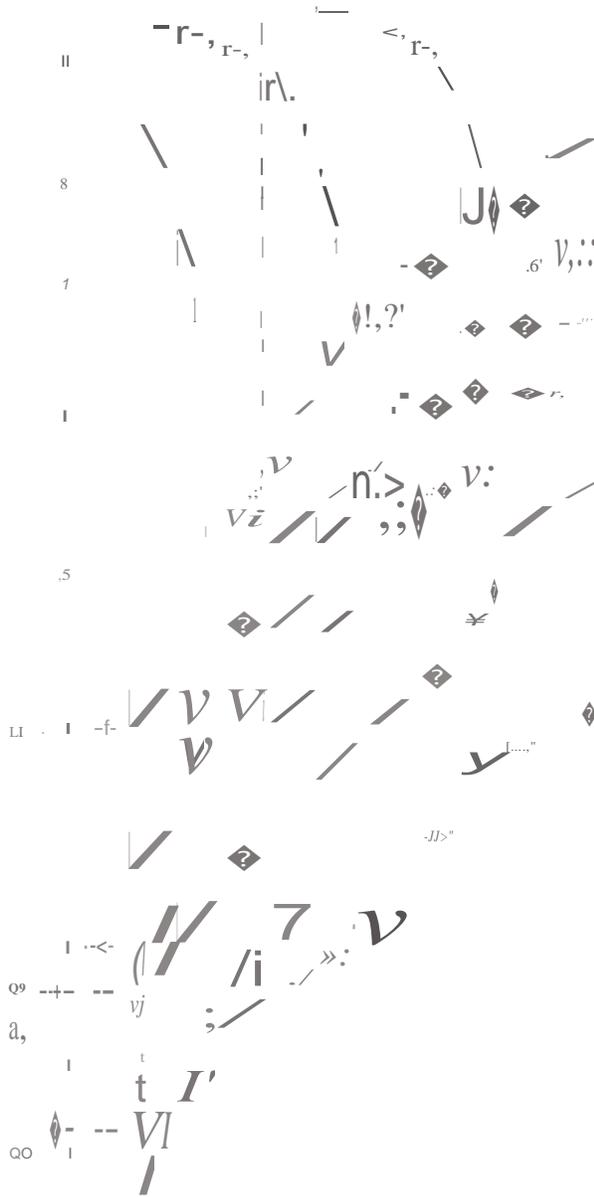
A Table kt	B Table kz	Formula
Paddy= 1-1,5	Clay= 0,75	$L_e = k_1 x k_2 x E_0$
Sugarcane=0,50-1,00	Sand= 1,2	$W_1 = I_e + \text{Infiltration} + \text{puddling}$
Secondary crop=0,5	Lateryte = 1,2	$I_e = W_1 - \text{effective rain}$
Grass= 1,9	Peat= 1,2	$E_0 = \text{evaporataion, water surface.}$
Forest= 1,5		
Uncovered = 0,6		

Saduran dari Grafik Dresdener Spoeier. (untuk perkiraan penyerapan O₂ dalam air sungai, selokan lirnpanas yang mengalir dengan kecepatan dan gerakan

tertentu, faktor a dari rumus: $q = \frac{Q}{I} x \frac{2}{s} n$ (s= BOD air kotor=Vi). Dapat dilihat

dalam grafik berikut.

0, mg/l
10



PSIKIRUN
 Ozdol...
 Ir d...
 k<et!Otan don...
 ledentu (taldor a dad
 rumusr
 q= .Q... l.
 En> air kotor-v₂

Gii ran 0,9m
 ldet. ado Md-il
 gDIdon...
 los rota=

olr toq;on o op Oa
 mg l.

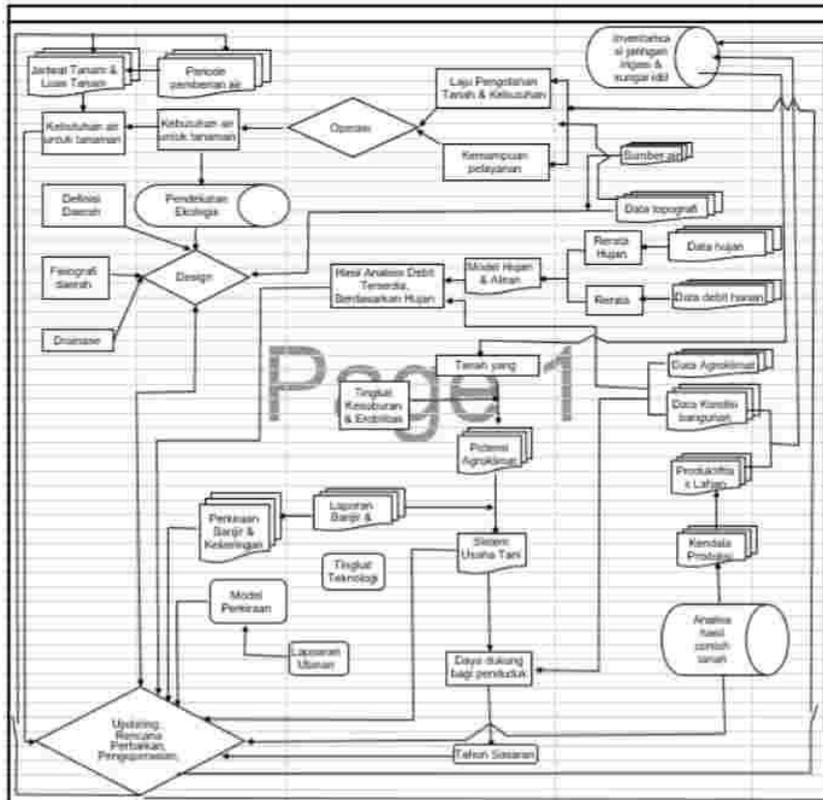
rota m.nyer

Oito-i,r,dlrl ll
 0..0Nffiff
 penpc,rron
 an.

— kemrnJlln pom,u"" air, uli dCln
 dinclong.



MEKAHISME KERJA
 UPDATING. RENCANA PERBAIKAN. PENGOPERASIAN. PRODUKSI



Pengairan Pasang Surut

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	slideplayer.info Internet Source	2%
2	www.neliti.com Internet Source	1%
3	wwwnurieyanti.blogspot.com Internet Source	1%
4	text-id.123dok.com Internet Source	1%
5	a-research.upi.edu Internet Source	1%
6	anzdoc.com Internet Source	1%
7	eprints.itn.ac.id Internet Source	1%
8	pengairan.ub.ac.id Internet Source	1%
9	www.readbag.com Internet Source	1%

10	luk.staff.ugm.ac.id Internet Source	1 %
11	dionalampenelitian.blogspot.com Internet Source	1 %
12	docplayer.info Internet Source	< 1 %
13	www.researchgate.net Internet Source	< 1 %
14	rahmanfauzii.blogspot.com Internet Source	< 1 %
15	aaobring.blogspot.com Internet Source	< 1 %
16	idoc.pub Internet Source	< 1 %
17	www.pusdatarawa.or.id Internet Source	< 1 %
18	media.neliti.com Internet Source	< 1 %
19	www.insanteknik.com Internet Source	< 1 %
20	ejurnal.litbang.pertanian.go.id Internet Source	< 1 %
21	pdfcoffee.com Internet Source	< 1 %

22	lamongankab.go.id Internet Source	< 1 %
23	Submitted to Lambung Mangkurat University Student Paper	< 1 %
24	repository.pertanian.go.id Internet Source	< 1 %
25	tidal-lowlands.org Internet Source	< 1 %
26	girlsoilscientist.blogspot.com Internet Source	< 1 %
27	bpsdm.pu.go.id Internet Source	< 1 %
28	repository.penerbiteureka.com Internet Source	< 1 %
29	repository.unika.ac.id Internet Source	< 1 %
30	www.deepee.com Internet Source	< 1 %
31	Submitted to Syiah Kuala University Student Paper	< 1 %
32	luk.tsipil.ugm.ac.id Internet Source	< 1 %
33	ometrasyidi92.blogspot.com Internet Source	< 1 %

34

mediaindonesia.com

Internet Source

< 1 %

35

www.rbmsampang.com

Internet Source

< 1 %

36

Henny Lydiasari, Winarna Winarna.

"SIMULATION AND ANALYSIS OF WATER MANAGEMENT SYSTEM IN TIDAL SWAMP LAND: THE INITIAL STUDY OF OIL PALM PLANTATION IN SOUTH KALIMANTAN", Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, 2019

Publication

< 1 %

37

ar.scribd.com

Internet Source

< 1 %

38

bloggerpurworejo.com

Internet Source

< 1 %

39

pdfcookie.com

Internet Source

< 1 %

40

penelitian.lppm.upi.edu

Internet Source

< 1 %

41

s3.ap-southeast-1.amazonaws.com

Internet Source

< 1 %

42

Jeri Solom, Arie Antasari Kushadiwijayanto, Yusuf A Nurrahman. "Karakteristik Pasang Surut di Perairan Kuala Mempawah", Jurnal Laut Khatulistiwa, 2020

Publication

< 1 %

43	banjarmasinpostwiki.tribunnews.com Internet Source	<1 %
44	journal.uinsgd.ac.id Internet Source	<1 %
45	www.ilmusipil.com Internet Source	<1 %
46	www.peipfi-komdasulsel.org Internet Source	<1 %
47	zapytaj.onet.pl Internet Source	<1 %
48	barenlitbangkepri.com Internet Source	<1 %
49	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On