

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Mengairi lahan pertanian merupakan salah satu usaha yang dilakukan petani, yaitu membuat sistem irigasi dengan membangun bangunan air dan saluran buatan. Usaha yang dapat dilakukan yaitu membangun prasarana irigasi, manajemen irigasi, kelembagaan untuk pengelolaan irigasi dan meningkatkan sumber daya manusia. Area rawa untuk sistem irigasi dalam praktiknya pada Pemerintahan Indonesia sampai saat ini masih sangat kurang, kekurangan tersebut disebabkan permasalahan pengembangan dan pengelolaan dalam sistem irigasi rawa (Putri dan Wurjanto, 2016). Usaha dalam mengembangkan sistem irigasi tersebut, untuk di desa Handil Bakti, Kecamatan Alalak, Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan dalam penelitian ini ditinjau sistem irigasi area pasang surut yang telah dibuat masyarakat setempat atau bisa disebut kondisi eksisting.

Lahan rawa dan *non-rawa* perbedaannya yaitu dalam pengelolaan air. Lahan irigasi *non-rawa* dalam pengelolaan air dalam sistem irigasi dapat diatur sesuai kebutuhan, tetapi untuk sistem irigasi rawa dalam pengelolaan air tidak dapat diatur, tetapi harus sebisa mungkin mengatur dan memanfaatkan air yang mengalir. Lahan rawa dari gerakan pasang surut dapat mempengaruhi keadaan rezim air, sehingga terkadang dapat terjadi banjir tidak menentu di lahan rawa pedalaman (lebak), karena itu dalam pengelolaannya lebih bersifat adaptif (Noor dan Rahman, 2015). Gerakan pasang surut mempengaruhi muka air sungai di jaringan irigasi, sehingga perlu untuk mengetahui pola aliran sungai dan irigasi sekitarnya.

Menurut Nappu *et al.* (2003), saat musim hujan biasanya terjadi banjir di lahan dan itu juga mengakibatkan pasangannya air laut, sehingga air disaluran primer tertahan. Sebaliknya, lahan mengalami kekeringan pada waktu musim kemarau, tetapi jika disaluran primer, sekunder dan tersier dibangun pintu-pintu air (pintu tabat), maka saat waktu tertentu air dapat ditahan dengan ketinggian air tanah, itu dilakukan untuk menghindari tanah kering, dan pada saat tertentu air dapat dibuang dengan membuka pintu-pintu air. Muka air dari pernyataan diatas dipengaruhi oleh curah hujan dan berdampak pada pasang surut air laut, jika sudah mengetahui pola

aliran sungai yang di pengaruhi pasang surut pada aliran sungai, dalam merancang jaringan irigasi sungai akan mudah untuk mengetahui saluran irigasi yang dapat ditabat, sehingga lahan tidak mengalami kekeringan yang dapat meracuni tanaman akibat oksidasi pirit.

Mengembangkan saluran irigasi yang ideal harus diteliti terlebih dahulu, apakah saluran tersebut menguntungkan atau merugikan, tetapi penggunaan yang sering digunakan yaitu dengan model Handil dan Garpu, meskipun masih dalam pengembangan pula, tetapi untuk saat ini di daerah Kalimantan di Desa Handil Bakti, Kecamatan Alalak, Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan, terdapat di sistem irigasi dengan model Handil atau parit. Menurut Noor (2001), sistem tata air tradisional yaitu sistem handil yang dalam pembangunannya sangat sederhana yaitu berupa saluran yang menjorok masuk dari muara sungai. Sistem handil biasanya memiliki lebar diantara 2-3 m, dengan kedalaman 0.5-1 m dan panjang masuk dari muara sungai 2-3 km. Jarak antara handil satu dengan yang lainnya berkisar 200-300 m. Penggunaan Sistem Handil dengan Tabat di lokasi penelitian sudah dilakukan masyarakat sekitar, tetapi mengalami kendala yaitu saluran irigasi tersebut ada yang tidak tergenang oleh air atau sudah menjadi saluran irigasi mati, sehingga perlu dilakukan analisis terhadap saluran irigasi yang bermasalah.

Menurut Riduan dan Utomo (2016), sebagai penelitian sebelumnya dengan menganalisis pola aliran sudah ada, dengan tinjauan di lokasi Terantang, Kalimantan Tengah, dengan menggunakan *software* EFDC (*Environmental Fluid Dynamic Code*), dari hasil penelitian tersebut pola aliran pada saluran mengalami stagnan (terhenti) sehingga pencucian lahan tidak dapat berjalan dengan sempurna, selain itu pola aliran pada saat pasang, air tidak dapat mencapai kolam pasang karena didahului kondisi surut, pola aliran tersebut terjadi di kondisi eksisting ataupun kondisi yang sudah dinormalisasi. Pola aliran yang menyebabkan seperti itu karena saluran sekunder terlalu panjang sehingga tidak dapat mencapai seluruh saluran. Pola aliran di daerah Terantang, Kalimantan Tengah belum tentu sama dengan pola aliran di saluran irigasi desa Handil Bakti, Kecamatan Alalak, Kabupaten Barito Kuala, Provinsi Kalimantan Selatan, untuk penelitian ini digunakan *software* SMS AQUAVEO 10.1 yang di analisis dengan RMA2, sehingga

dapat mengetahui pola aliran di saluran irigasi tersebut, selain itu dalam penelitian ini menganalisis pola aliran jika sistem handil di modifikasi dengan menggunakan tabat, sehingga dari penelitian ini dapat diketahui lokasi-lokasi mana yang harus ditabat agar muka air disaluran irigasi ketika surut, tidak mengalami kekeringan yang dapat menimbulkan oksidasi pirit, serta dapat mengetahui lokasi yang akan menyuplai air bersih/baru ketika pasang. Pasang surut pada saluran akan membuat saluran irigasi mengalami pencucian lahan, sehingga lokasi lahan disekitar saluran tidak teracuni pirit yang terkandung di aliran air ataupun teracuni oleh oksidasi pirit dikarenakan saluran irigasi kering.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Pengaruh Kekuatan Pasang dan Arus Sungai untuk Tipe Rawa

Tarik menarik gravitasi bulan, mempengaruhi pasang surut air laut, sehingga posisi bulan yang bergeser mengakibatkan permukaan air laut pasang ataupun permukaan air laut surut. Menurut Najiyati *et al.* (2005), pasang surut air laut terjadi dalam siklus harian, ketika pasang besar (*spring tide*) terjadi saat bulan penuh (purnama), sedangkan saat bulan sabit akan terjadi pasang kecil. Mendesaknya air laut menyebabkan muka air di hilir sungai dapat meluap (banjir), dan wilayah lahan yang berdekatan dapat menimbulkan luapan juga di area perkebunan atau sawah. Berdasarkan besarnya kekuatan arus air pasang dan arus air sungai, lahan rawa dapat dibagi dua yaitu rawa pasang surut dan rawa *non* pasang surut atau lebak.

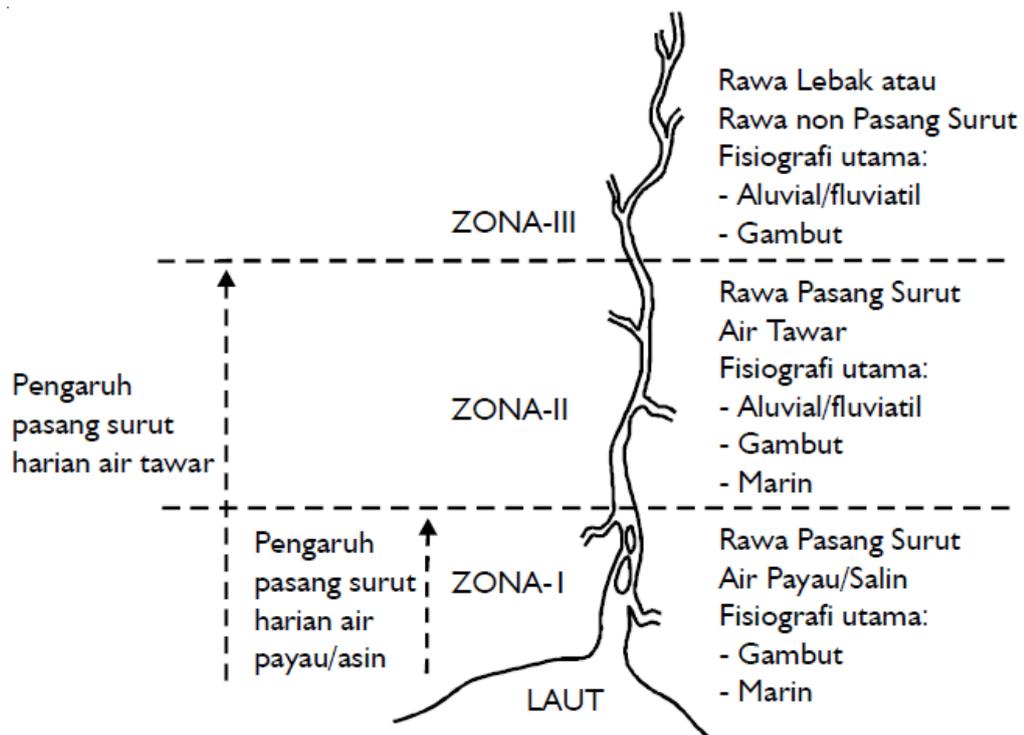
Menurut Najiyati *et al.* (2005), tipologi rawa pasang surut ada dua tipe yaitu pasang surut air salin dan pasang surut air tawar :

1. Pasang surut air salin/ asin atau payau

Pasang surut air salin berada pada posisi Zona 1 (Lihat Gambar 2.1). Di wilayah ini, genangan dipengaruhi gerakan pasang surut air laut, sehingga zona tersebut lebih asin ataupun terkadang payau, meskipun saat pasang besar ataupun kecil, dan selama musim hujan ataupun musim kemarau. Di zona tersebut jarang sekali tanaman bisa tumbuh dengan baik, sehingga untuk lahan ini sangat cocok untuk hutan bakau/mangrove.

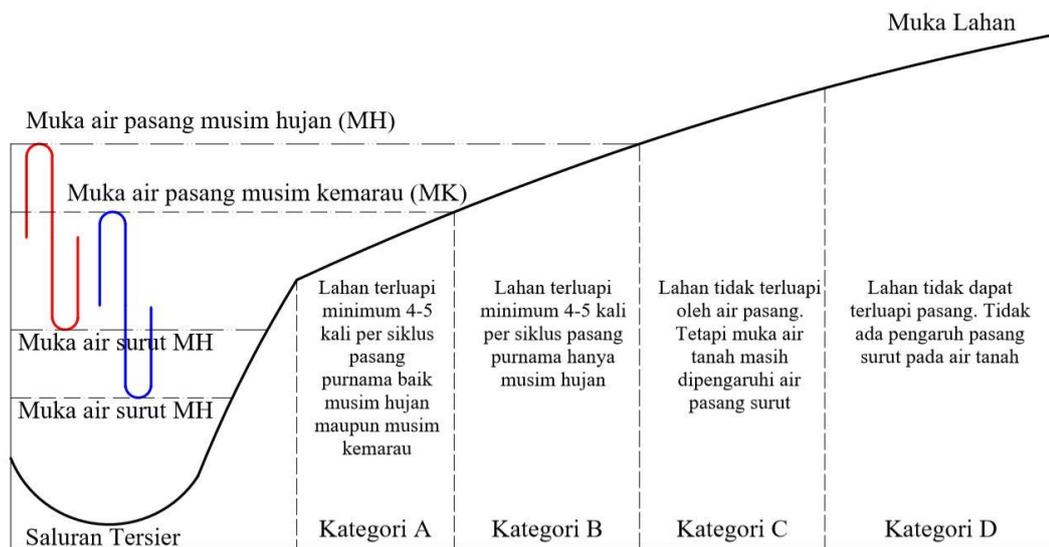
2. Pasang surut air tawar

- a. Wilayah Zona 2 (lihat Gambar 2.1), Zona ini masih dipengaruhi pasang surut harian, dikarenakan pasang surut dilahan tersebut, biasanya lebih besar ataupun sama dengan dorongan dari hulu, tetapi air di zona tersebut sudah tidak cenderung terpengaruhi air asin/payau. Musim kemarau salintasi air akan meningkat untuk daerah peralihan zona satu ataupun zona dua sehingga terkadang lahan tersebut bisa disebut lahan rawa peralihan.
- b. Rawa lebak atau biasanya disebut Lahan rawa *non* pasang surut, berada di wilayah zonan 3 (lihat Gambar 2.1), dikarenakan memiliki kekuatan pasang surut yang kecil.



Gambar 2. 1 Klasifikasi zona lahan rawa berdasarkan daerah aliran sungai hilir dan tengah (Najiyati *et al.*, 2005)

Rawa pasang surut merupakan lahan yang tergenang secara terus menerus atau musiman dan terletak di tepi pantai atau dekat pantai atau muara sungai, yang mempengaruhi lahan tersebut yaitu genangan air oleh pasang surutnya air laut. Skema luapan atau hidrotopografi rawa pasang surut terbagi dalam empat tipe: A, B, C dan D (Panggabean dan Wiryawan, 2016).



Gambar 2. 2 Klasifikasi Hidrotopografi (Balai rawa, 2014)

Menurut Susilawati *et al.* (2016), lahan katagori A, pada lahan tersebut selalu terluapi air pasang, sedangkan lahan katagori B hanya terluapi air pasang pada musim hujan saja. Lahan katagori luapan C tidak terluapi air pasang tetapi dipengaruhi muka air tanahnya dengan kedalaman kurang dari 50 cm, sedangkan lahan bertipe luapan D adalah seperti tipe C hanya kedalaman air tanahnya lebih dari 50 cm.

2.2.2. Pemanfaatan Lahan Rawa Pasang Surut

Karakteristik lahan rawa merupakan hal utama dalam masalah meningkatkan produktivitas hasil pertanian, masalah yang sering di jumpai yaitu dari lahan yang tidak dapat terkena air dari pasang surut, dan masalah berikutnya yaitu kandungan dalam tanah yang terlalu masam pada lahan gambut dan parahnya lagi mengandung racun, sehingga hanya tumbuhan tertentu yang dapat ditanam, yaitu tumbuhan yang kebal terhadap racun tersebut, selain itu dapat kuat dengan kondisi tanah yang tidak subur (Nazemi, 2012).

Menurut Suwanda dan Noor (2014), untuk mencapai keberhasilan dalam pengelolaan lahan yang di pengaruhi pasang surut untuk pertanian maka hal utama yang perlu perhatian khusus yaitu pengelolaan air. Pengelolaan air dimaksud, bertujuan untuk:

1. Penyiapan lahan dapat terpenuhi kebutuhan airnya dan untuk pertumbuhan tanaman,
2. Mengatur kelembabab yang cocok untuk setiap tanaman dengan mengatur air di dalam tanah,
3. Melakukan pencucian lahan sehingga tanaman tidak dapat teracunni dengan kondisi tanah yang masam,
4. Mencegah oksidasi pirit sehingga perlu menjaga muka air selalu lebih tinggi dari anah yang mengandung racun pirit,
5. Tidak membiarkan air asin masuk ke lahan.

Menurut Suwanda dan Noor (2014), Memanfaatkan potensi lahan pasang surut yang harus diperhatikan yaitu :

1. Memebrerikan dukungan dengan melakukan pemberdayaan pada petani, sehingga dapat meningkatkan pengelolaan lahan khususnya saat sebelum panen, panen dan sesudah panen.
2. Mengembangkan infrastruktur tata air makro ataupun mikro sehingga dapat meningkatkan hasil produksi.

2.2.3. Pengelolaan Tata Air Mikro dan Tata Air Mikro

Tata air makro yaitu kawasan pengairan yang luas sehingga dapat mengatur jaringan irigasi dan keberadaan air selalu ada meskipun di musim kemarau dan ketika musim hujan tidak meluap (Najiyati *et al.*, 2005).

Menurut Suriadikarta (2005), sistem pengelolaan tata air mikro berfungsi untuk :

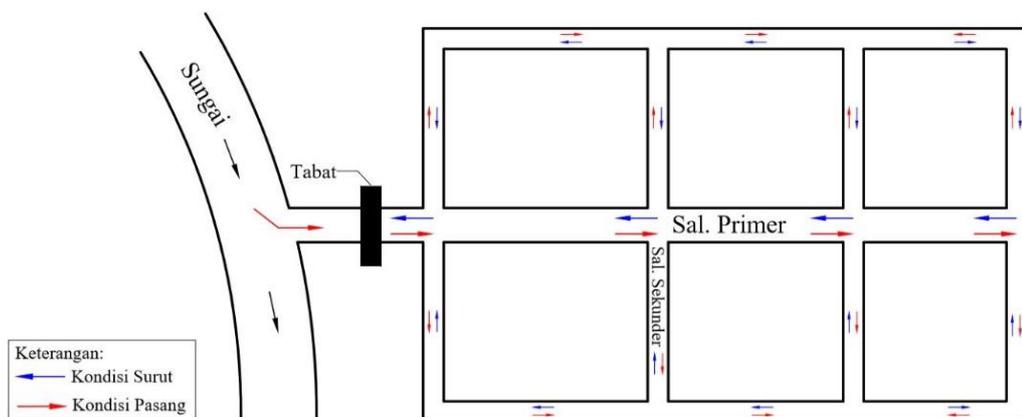
1. Memenuhi kebutuhan evapotranspirasi pada tanaman,
2. Mencegah pertumbuhan tanaman gulma pada padi sawah,
3. Mencegah terbentuknya racun yang berasal dari tanah bagi tanaman melalui penggelontoran dan pencucian,
4. Mengatur tinggi muka air pada aliran sungai,
5. Menjaga kualitas air di petakan lahan dan saluran.

Kemampuan gambut ketika melimpahnya air (musim hujan) untuk menyerap air (*hidrofilik*) dan ketika kering (musim kemarau) yang menjadi (*hidrofobik*) dapat menolak air, harus diperhatikan sehingga tidak terjadi kekeringan yang ekstrim di saluran irigasi (Balittanah, 2014).

Menurut Najiyati *et al.* (2005), beberapa model yang sering dikembangkan untuk irigasi rawa yaitu sistem handil dan sistem garpu yang sudah digunakan sejak lama. Berikut model alternatif Tata Air Makro:

1. Sistem Handil

Sistem handil memanfaatkan waktu pasang sebagai saluran irigasi sehingga pola aliran dari sungai masuk ke saluran dan menjangkau seluruh saluran, tetapi ketika surut berfungsi sebagai saluran drainase maka pola aliran akan kembali ke sungai, dengan batas tinggi tabat ketika sudah mencapai batasnya, maka aliran air yang keluar akan tertahan dengan tabat tersebut. Sistem Handil memiliki kelebihan, yaitu biaya pembuatan murah (Najiyati *et al.*, 2005).

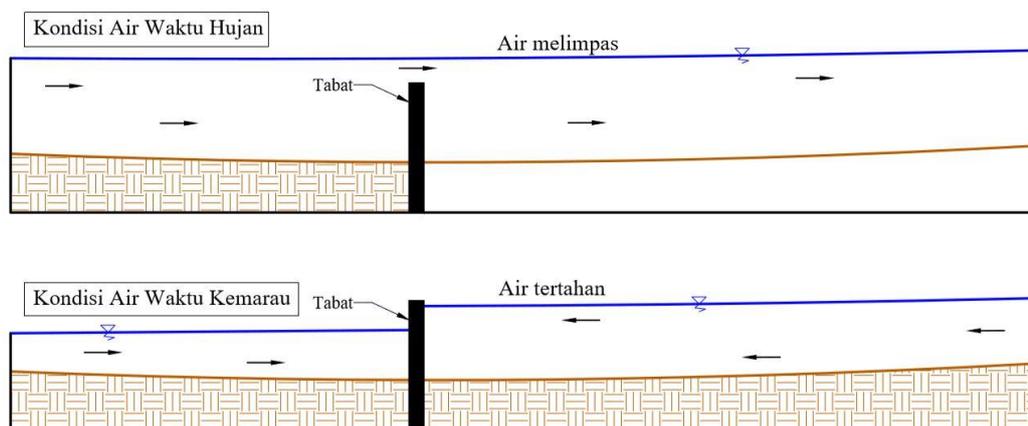


Gambar 2. 3 Denah tata air sistem handil (Najiyati *et al.*, 2005)

Sistem Handil juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu pada handil hanya dapat di buat dengan efektif jika memiliki jarak yang tidak jauh dari sungai, dengan panjang maksimum 4 km, batasan jarak tersebut dikarenakan ketika waktu pasang, aliran air dapat mencapai lahan pertanian, sistem handil memiliki pola aliran yang keluar dan masuknya air di satu saluran yang sama, sehingga senyawa racun dapat tercampur pada air drainase akibatnya lahan

yang diairi pertumbuhannya kurang baik, dan pada usim kemarau, untuk mencegah kekeringan yang dapat membuat oksidasi pirit maka perlu di buat tabat di hilir sungai, sehingga jika waktu surut muka air yang berda di saluran dapat tertahan, sehingga saluran tidak menjadi kering (Najiyati *et al.*, 2005).

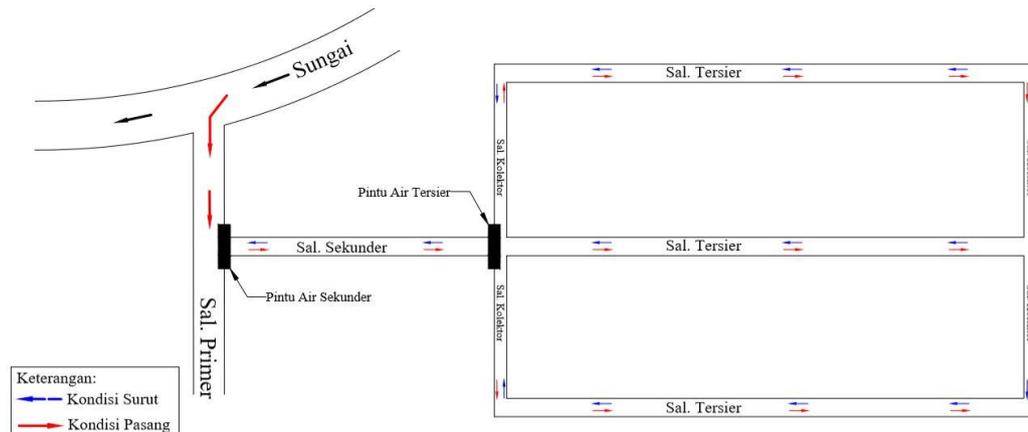
Daerah hilir (dekat sungai) yang sudah dibuat tabat (bendung), dengan syarat (lihat Gambar 2.4) Ketinggian tanggul handil lebih tinggi dari tabat, sehingga ketika pasang atau akibat musim hujan, aliran air yang diatas tabat dapat mengalir keluar, dan jika waktu surut atau saat kemarau tiba, ketinggian tabat lebih tinggi sehingga aliran air akan tertahan dan dapat menjaga muka air di saluran tersebut agar tidak mengalami kekeringan (Najiyati *et al.*, 2005).



Gambar 2. 4 Pembuatan tabat pada handil (Najiyati *et al.*, 2005)

2. Sistem Garpu

Sistem garpu dikembangkan pada lahan pasang surut yaitu dengan menggunakan pintu-pintu air di saluran irigasi. Proses keluar masuknya aliran air dipengaruhi oleh pergerakan pasang surut muka air laut, Pada waktu pasang air masuk dari sungai menuju ujuang saluran sekunder dikarenakan elevasi di ujung sekunder lebih rendah dan ketika waktu surut maka pola aliran akan berbalik arah masuk ke sungai, yang diharapkan ketika surut air yang mengandung racun dapat segera keluar ke sungai (Darmawani *et al.*, 2017).

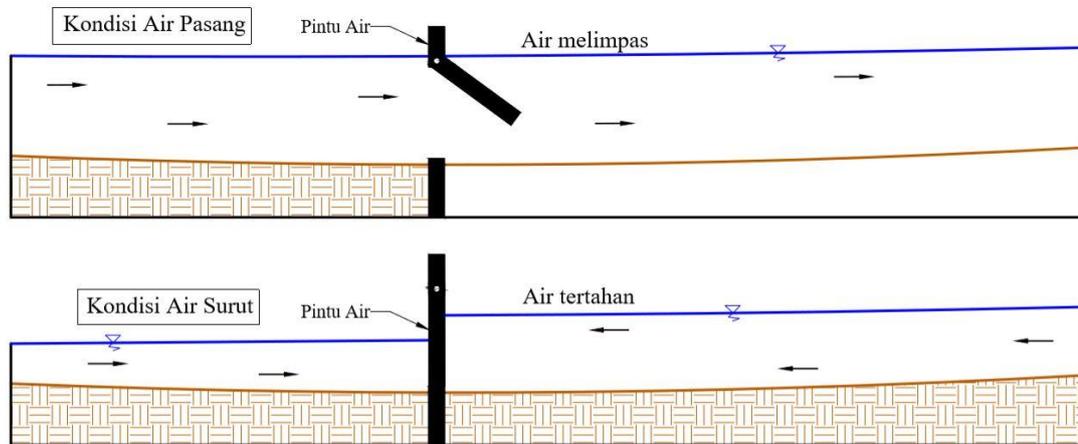


Gambar 2. 5 Denah tata air model sistem garpu (Najiyati *et al.*, 2005)

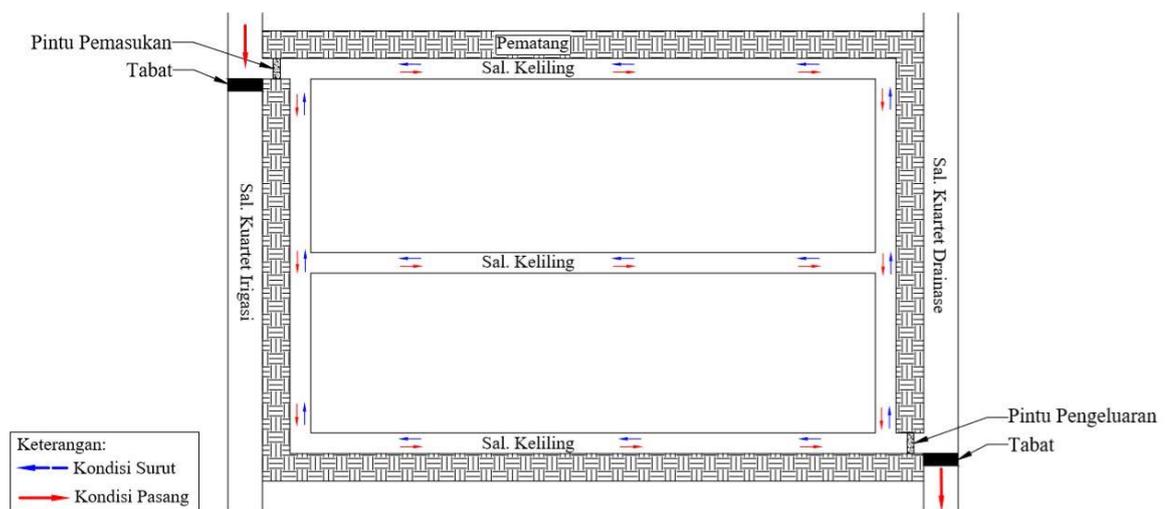
3. Sistem Satu Aliran Satu Arah

Sistem aliran satu arah merupakan saluran irigasi dan saluran drainase yang dijadikan menjadi satu untuk menghemat biaya. Saluran air pada saat pasang berfungsi sebagai saluran irigasi dan sebaliknya pada saat surut difungsikan sebagai saluran (lihat Gambar 2.6). Penerapan sistem ini membuat senyawa beracun hasil pencucian lahan tidak terdrainasi dengan tuntas dan justru menyebar ke lahan lain. Saluran juga cepat mengalami pendangkalan akibat terakumulasinya sedimen. Kondisi tersebut dapat diatasi dengan memberikan pintu otomatis pada bagian hulu saluran tersier dan pintu *stop log* pada bagian hilir (lihat Gambar 2.7).

Menurut Nazemi *et al.* (20112), Pencucian lahan sistem aliran satu arah memanfaatkan setiap pasang kecil yang terjadi maka aliran dari sungai akan masuk ke saluran sehingga saluran, tetapi ketika setiap surut maka pola aliran yang akan keluar menuju sungai akan terhalang dengan tabat, sehingga muka air sungai terjaga.



Gambar 2. 6 Skema pintu air otomatis (*flapgate*)



Gambar 2. 7 Tata air sistem aliran satu arah

Sedangkan tata air mikro yaitu lanjutan dari tata air makro, atau percabangan yang lebih kecil dari saluran tersier yaitu saluran kuartet, yang akan berhubungan dengan lahan-lahan pertanian. (Najiyati *et al.*, 2005). Pengelolaan tata air makro dan mikro sangatlah penting, karena tanah untuk daerah Kalimantan berpotensi besar akan terjadinya oksidasi pirit jika lahan dalam keadaan kering, sehingga selain pengelolaan untuk pengontrolan irigasi dan drainase harus diterapkan dengan baik untuk menjaga muka air selalu di atasnya pirit, meskipun terjadi fluktuasi muka air akibat pengaruh pasang surut (Anda dan Subardja, 2013). Saluran irigasi

didesain untuk pola aliran selalu bergerak masuk dan keluar di area pertanian agar dapat membuang senyawa berbahaya dan tergantikan dengan air bersih, sehingga air tidak hanya berfungsi sebagai penyuplai unsur hara bagi lahan pertanian, tetapi sebagai pelarut senyawa beracun pada lahan rawa, sehingga bisa disebut pencucian lahan pada sistem irigasi rawa (Johnston *et al.*, 2014).

2.2.4. SMS AQUAVEO 10.1 RMA 2

Model numerik dikembangkan menggunakan program *Surfacewater Modeling System* (SMS) v.10.1, yang merupakan perangkat lunak untuk proses pemodelan air permukaan: dari impor data topografi dan hidrodinamik ke visualisasi dan analisis solusi (Marusic *et al.*, 2015). Penyelesaian masalah pemodelan ini maka analisisnya melibatkan satu sub program RMA2. RMA2 merupakan sub program untuk penyelesaian persamaan dinamik aliran dua dimensi (Putra *et al.*, 2018).

Menurut Franchitika (2017), model matematik yang akan digunakan untuk kajian model arus adalah RMA2 (*Resource Management Associates*) dari *Waterways Experiment Station*. Persamaan kontinuitas untuk aliran dua dimensi rata-rata kedalaman (*averaged continuity equation*) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + h \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) + u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} = 0 \dots\dots\dots (2.1)$$

Persamaan momentum untuk aliran dua dimensi pada arah x dan y dapat ditulis dalam bentuk persamaan berikut ini:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \left(\frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial a_0}{\partial x} \right) - \frac{\varepsilon_{xx}}{\rho} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\varepsilon_{xy}}{\rho} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{gu}{C^2 h} \sqrt{u^2 + v^2} = 0 \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \left(\frac{\partial h}{\partial y} + \frac{\partial a_0}{\partial y} \right) - \frac{\varepsilon_{yy}}{\rho} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} - \frac{\varepsilon_{xy}}{\rho} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{gv}{C^2 h} \sqrt{u^2 + v^2} = 0 \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan :

- u = kecepatan horisontal aliran arah-x ,
- v = kecepatan horisontal arah-y,

t	=	fungsi waktu ,
g	=	percepatan gravitasi ,
h	=	kedalaman air,
a_0	=	elevasi dari dasar tampang,
ρ	=	massa jenis,
ε_{xx}	=	koefisien pertukaran turbulensi normal arah-x,
ε_{xy}	=	koefisien pertukaran turbulensi tangensial arah-x,
ε_{yx}	=	koefisien pertukaran turbulensi tangensial arah-y,
ε_{yy}	=	koefisien pertukaran turbulensi normal arah-y,
C	=	koefisien kekasaran Chezy (atau koef. Manning, $n = 1/C h^{1/6}$)

Data yang digunakan dalam pemodelan aliran sungai dan irigasi dengan RMA2 adalah sebagai berikut :

1. *Layout* Geometri pada saluran sungai dan urugasi,
2. Elevasi dasar saluran sungai dan irigasi,
3. Material dasar yang berada pada saluran yang digunakan untuk memasukan angka koefisien *manning*,
4. Data debit sungai, untuk memasukan pemodelan dan data pasang surut untuk memasukan di hilir sungai.