

**DESAIN JARINGAN IRIGASI PIPA PADA LAHAN DATAR  
(STUDI KASUS : PETAK TERSIER PASIR SALAM 3 KIRI,  
DAERAH IRIGASI PANULISAN – CILACAP)**

*IRRIGATION PIPE LINE DESIGN ON FLAT LAND  
(CASE STUDY: PASIR SALAM 3 KIRI TERTIERY,  
PANULISAN IRRIGATION AREA, CILACAP)*

Oleh :

**Dadan Rahmandani \*)✉, Joko Triyono \*) , Dadang Ridwan \*)**

\*)Balai Irigasi, Pusat Litbang Sumber Daya Air, Badan Litbang PU  
Alamat: Jl. Cut Metia Kotak Pos 147 Bekasi-17113

✉Komunikasi penulis, email : dadan\_wong@yahoo.co.id.

Naskah ini diterima pada 06 Agustus 2014 ; revisi pada 19 Agustus 2014 ;  
disetujui untuk dipublikasikan pada 11 September 2014

**ABSTRACT**

*The main problem of the application of pressurized pipe irrigation on flat land is not enough energy, so it may cause problem during the operation of the network. Basically, the flow in the pipe can be designed as open flow, so energy requirement can be reduced. However, the application of pipe irrigation system has not been widely studied so it can not be applied to the field scale. This study aims to create a network of pipe irrigation design by gravity with open flow. The research was done by designing pipe irrigation on flat land in Pasir Salam 3 kiri tertiary area. Afterwards the analysis and evaluation of the design requirements was performed in order to get technical feasibility of implementation. As the results, the diameter of the primary pipelines ranging from 8 inches (200 mm) to 10 inches (250 mm) at a flow rate of 0.35 m/s to 0.50 m/s. While the diameter of the secondary and tertiary pipelines between 1 inch (25 mm) to 6 inches (150 mm) with a flow velocity of 0.25 m/s to 0.46 m/s. These results indicate that the design of the application of irrigation pipe networks on flat land in Pasir Salam 3 kiri tertiary area in the Panulisan Irrigation Area was technically feasible considering the results of hydraulic calculation. Thus the water can flow by gravity at velocity ranging from 0.25 to 0.5 m/s and energy availability 0.09 m larger than requirement.*

**Keywords:** *pipe irrigation, flat land, open flow*

**ABSTRAK**

Permasalahan utama penerapan irigasi pipa bertekanan pada lahan datar adalah tidak tersedia tinggi energi yang cukup, sehingga dikhawatirkan terjadi masalah pada saat operasi jaringan. Pada dasarnya aliran dalam pipa dapat diciptakan terbuka (tidak penuh), sehingga diharapkan kebutuhan tinggi energi dapat direduksi. Namun demikian, penerapan sistem irigasi pipa ini belum banyak dikaji sehingga belum dapat diterapkan pada skala lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain jaringan irigasi pipa lahan datar secara gravitasi dengan aliran tidak penuh. Penelitian ini dilakukan dengan cara mendesain irigasi pipa lahan datar pada petak tersier Pasir Salam 3 kiri, selanjutnya dilakukan analisis dan evaluasi terhadap persyaratan, sehingga didapat kelayakan penerapan secara teknis. Dari hasil penelitian diketahui bahwa diameter saluran pipa primer berkisar antara 8 inchi (200 mm) sampai 10 inchi (250 mm) dengan kecepatan aliran antara 0,35 m/s sampai dengan 0,50 m/s. Sedangkan diameter saluran pipa sekunder dan tersier antara 1 inchi (25 mm) sampai dengan 6 inchi (150 mm) dengan kecepatan aliran antara 0,25 m/s sampai dengan 0,46 m/s. Hasil ini menunjukkan bahwa desain penerapan jaringan irigasi pipa pada lahan datar di petak tersier Pasir Salam 3 kiri (PS 3 ki) Daerah Irigasi Panulisan layak secara teknis berdasarkan hasil perhitungan hidrolis, sehingga air dapat mengalir secara gravitasi dengan kecepatan 0,25 – 0,5 m/s dan ketersediaan energi lebih besar 0,09 m dari kebutuhan.

**Kata kunci :** *irigasi pipa, lahan datar, aliran terbuka*

## I. PENDAHULUAN

Pembangunan saluran irigasi sebagai penunjang penyediaan bahan pangan nasional tentu sangat diperlukan, sehingga kebutuhan air di lahan pertanian akan terjamin ketersediaannya walaupun lahan tersebut berada jauh dari sumber air. Hal tersebut tidak terlepas dari usaha teknik irigasi yaitu memberikan air dengan kondisi tepat mutu, tepat ruang dan tepat waktu dengan cara yang efektif dan ekonomis (Sujarwadi, 1990).

Penggunaan pipa sebagai saluran tertutup dibidang irigasi dewasa ini banyak diterapkan di berbagai negara termasuk di Indonesia, sebagai upaya untuk mengoptimalkan pemanfaatan air irigasi. Dengan sistem ini kehilangan air di sepanjang penyaluran dapat ditekan, sehingga efisiensi penyaluran air irigasi dapat ditingkatkan.

Kenyataan di lapangan penerapan sistem irigasi pipa ini, sangat bergantung pada ketersediaan tinggi energi. Tinggi energi yang kurang akan berpengaruh terhadap kinerja irigasi pipa, salah satunya adalah kecepatan aliran air menjadi rendah. Kecepatan aliran rendah dapat menyebabkan pengendapan partikel padat (sedimentasi), terutama untuk irigasi dengan kondisi air yang kurang baik (banyak mengandung partikel endapan). Sedimentasi pada jaringan pipa dapat menyumbat aliran air dan mengecilkan diameter pipa, sehingga kebutuhan air di lahan pertanian rentan tidak terpenuhi.

Lahan datar merupakan lahan yang mempunyai kemiringan sangat kecil, sehingga tidak dimungkinkan untuk penerapan irigasi pipa bertekanan dengan sistem gravitasi. Pada dasarnya aliran dalam pipa dapat diciptakan terbuka (tidak penuh), sehingga sifat dan karakteristik aliran dapat disamakan seperti aliran pada saluran terbuka. Dengan sifat dan karakteristik aliran terbuka, diharapkan irigasi pipa tidak memerlukan tinggi energi besar, sehingga aliran yang terjadi dapat mengalirkan air irigasi sesuai dengan kebutuhan tanpa terjadi efek negatif seperti sedimentasi.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat desain penerapan jaringan irigasi pipa pada lahan datar secara gravitasi dengan aliran terbuka (tidak penuh).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Irigasi

Pengertian irigasi secara umum adalah pemberian air kepada tanah dengan maksud untuk memasok lengas esensial bagi pertumbuhan tanaman

(Hansen dkk, 1992). Sedangkan menurut PP 20 Tahun 2006 irigasi adalah usaha penyediaan, pengaturan, dan pembuangan air irigasi untuk menunjang pertanian yang jenisnya meliputi irigasi permukaan, irigasi rawa, irigasi air bawah tanah, irigasi pompa, dan irigasi tambak.

#### 2.1.1 Kebutuhan Air Irigasi

Kebutuhan air irigasi adalah jumlah volume air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan evapotranspirasi, kehilangan air, kebutuhan air untuk tanaman dengan memperhatikan jumlah air yang diberikan oleh alam melalui hujan dan kontribusi air tanah. Faktor yang mempengaruhi kebutuhan air irigasi adalah jenis tanaman, cara pemberian air, jenis tanah, cara pengolahan tanah, besarnya curah hujan, keadaan klimatologi, waktu penanaman, pemeliharaan saluran/bangunan dan eksploitasi. Penentuan kebutuhan air didasarkan pada keseimbangan air pada lahan untuk satu unit luasan dalam periode tahunan. Persamaan keseimbangan air berdasarkan standar perencanaan irigasi (Kriteria Perencanaan Irigasi 01, 1986), adalah sebagai berikut:

$$NFR = Etc + P - Re + WLR \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- NFR = Kebutuhan netto air di sawah
- Etc = Evapotranspirasi
- P = Perkolasi
- Re = Curah hujan efektif
- WLR = Penggantian lapisan air

#### 2.1.2 Efisiensi Irigasi

Efisiensi irigasi adalah perbandingan antara jumlah air yang nyata bermanfaat bagi tanaman yang diusahakan dengan jumlah air yang diberikan yang dihitung dalam persen (%) (Sujarwadi, 1990). Efisiensi irigasi dipengaruhi oleh efisiensi pemakaian air di petak sawah dan efisiensi pengaliran air dari bendung (sumber air) sampai ke sawah. Menurut Sujarwadi (1990) efisiensi dikelompokkan dalam empat macam: efisiensi penyaluran, efisiensi pemakaian, efisiensi penyimpanan dan efisiensi penyebaran.

Efisiensi Penyaluran (*Water conveyance efficiency*), disebut juga efisiensi pengaliran air, yaitu merupakan perbandingan antara jumlah air yang sampai di areal irigasi (petak persawahan) terhadap jumlah air yang dialirkan dari bangunan sadap. Faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaluran adalah kondisi jaringan irigasi (bangunan dan salurannya), kehilangan air di saluran (penguapan dan peresapan), dan penyadapan air secara liar pada saluran sekunder dan primer guna dialirkan secara langsung ke petak persawahan. Efisiensi saluran pembawa

yang diformulasikan untuk mengevaluasi kehilangan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E_c = 100 (W_f / W_r) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- $E_c$  = Efisiensi saluran pembawa air (%)
- $W_f$  = Air yang sampai di areal irigasi ( $m^3$ )
- $W_r$  = Air yang dialirkan dari sumber air ( $m^3$ )

### 2.1.3 Desain Saluran Stabil

Dalil utama perencanaan saluran yang stabil adalah bahwa semua sedimen yang masuk ke dalam saluran harus semua terangkut tanpa terjadi sedimentasi dan penggerusan. Oleh sebab itu, kapasitas angkut relatif  $T/Q$  ( $T$  = angkutan sedimen,  $Q$  = debit) harus konstan sepanjang ruas saluran. Jika kapasitas angkutnya mengecil, akan terjadi sedimentasi dan jika kapasitasnya membesar, saluran akan tergerus (KP Irigasi 03, 1986).

Menurut kriteria perencanaan irigasi tahun 1986, ada dua cara angkutan sedimen, yakni angkutan sedimen layang dan angkutan sedimen dasar. Jika dipertimbangkan angkutan sedimen layang, Vlugter memberikan aturan bahwa partikel-partikel yang lebih kecil dari 0,05 sampai 0,07 mm,  $v_1$  adalah konstan. kriteria yang sama dikemukakan oleh De Vos (1925), yang menggunakan pertimbangan energi, seperti berikut:

$$T/Q = p g v I \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- $T$  = Banyaknya sedimen yang diangkut,  $m^3/s$
- $Q$  = Debit,  $m^3/s$
- $p$  = Kerapatan air,  $kg/cm^3$
- $g$  = Percepatan gravitasi,  $m/s^2$
- $v$  = Kecepatan aliran,  $m/s$
- $I$  = Kemiringan energi

### 2.2. Irigasi Pipa

Irigasi pipa adalah suatu sistem irigasi yang memanfaatkan bahan pipa sebagai media distribusi/penyalur air irigasi. Menurut

pengalirannya irigasi pipa dibagi menjadi dua bagian, yaitu: irigasi pipa bertekanan (aliran penuh) dan irigasi pipa tanpa tekanan (aliran tidak penuh). Perbedaan mendasar antara irigasi pipa bertekanan dan irigasi pipa tanpa tekanan adalah adanya permukaan yang bebas berupa udara pada irigasi pipa tanpa tekanan. Jadi seandainya pada pipa alirannya tidak penuh sehingga masih ada rongga yang berisi udara, maka sifat dan karakteristik alirannya sama dengan aliran pada saluran terbuka (Triatmojo B, 1996). Untuk lebih jelasnya berikut pada Gambar 1 (a) ditampilkan aliran pada pipa bertekanan dan (b) aliran pada pipa tanpa tekanan.

Perencanaan aliran di dalam saluran pipa yang tidak penuh (tanpa tekanan) mengikuti kaidah aliran saluran terbuka (tekanan permukaan air = tekanan atmosfer). Menurut Kriteria Perencanaan Irigasi (KP Irigasi - 03) dalam perencanaan ruas saluran, aliran dianggap aliran tetap. Dengan demikian, untuk menghitung kecepatan aliran, dapat dihitung dengan Persamaan Strikler berikut:

$$V = K R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

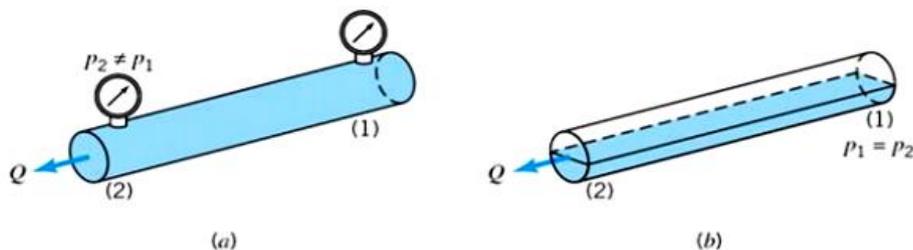
- $V$  = kecepatan aliran,  $m/s$
- $K$  = koefisien kekasaran strikler
- $R$  = Jari-jari hidrolis,  $m$
- $I$  = Kemiringan energi (kemiringan saluran)

Kebutuhan air yang harus dipenuhi akan menentukan dimensi sebuah saluran. Menurut Kriteria Perencanaan Irigasi (KP Irigasi - 03) debit rencana sebuah saluran, dapat dihitung dengan dengan persamaan berikut:

$$Q = \frac{c NFR A}{e} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

- $Q$  = Debit rencana,  $l/s$
- $c$  = koefisien pengurangan akibat sistem golongan
- $NFR$  = kebutuhan bersih (netto) air di sawah,  $l/s/ha$
- $A$  = luas area yang diairi,  $Ha$
- $e$  = Efisiensi irigasi secara keseluruhan



Sumber : Laksana, M. 2008

Gambar 1 (a) Aliran pada pipa bertekanan dan (b) Aliran pada pipa tanpa tekanan

### III. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan cara mendesain jaringan irigasi pipa pada lahan datar di petak tersier pasir salam 3 kiri berdasarkan data primer dan data sekunder yang diperoleh dari tim Balai irigasi. Dalam penelitian ini petak tersier Pasir Salam 3 kiri disetarakan menjadi Daerah Irigasi yang mengambil air irigasi langsung dari Bangunan Pasir Salam 3 kiri (BPS-3 kiri) yang dibagi menjadi beberapa petak tersier di dalamnya. Perencanaan sistem Jaringan Irigasi pipa lahan datar didasarkan pada prinsip aliran air dalam pipa tanpa tekanan, dimana karakteristik aliran sama dengan karakteristik aliran pada saluran terbuka (*Open Channel Flow*) yang memiliki permukaan bebas dan sangat dipengaruhi oleh tekanan udara ( $P$  atmosphere). Perhitungan kecepatan aliran air dan kehilangan energi pada saluran pipa dihitung dengan menggunakan rumus Strickler, sedangkan kehilangan energi akibat penggunaan bangunan pelengkap diperhitungkan sesuai Kriteria Perencanaan Irigasi (KP Irigasi-03). Hasil perencanaan tersebut selanjutnya dilakukan analisis dan evaluasi terhadap persyaratan, sehingga didapat kelayakan penerapan secara teknis.

### IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Gambaran Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian irigasi pipa merupakan daerah pertanian irigasi teknis, di Daerah Irigasi Panulisan (563 Ha), tepatnya di petak tersier Pasir Salam 3 kiri (PS. 3 Ki) seluas 30 Ha. Secara geografis lokasi penerapan terletak pada  $7^{\circ}19'44.03''$  Lintang Selatan dan  $108^{\circ}34'59.85''$  Bujur Timur, yang secara administrasi berada di Desa Panulisan, Kecamatan Dayeuh Luhur, Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah (Rahmandani dkk, 2014).

Lokasi penerapan jaringan irigasi pipa merupakan lahan datar dengan kemiringan kurang dari 1%, berada pada ketinggian  $\pm 30$  m di atas permukaan air laut dengan suhu rata-rata  $22^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $32^{\circ}\text{C}$ . Kondisi iklim di lokasi penerapan, sama seperti pada umumnya iklim yang ada di Indonesia, yaitu merupakan iklim tropis.

Daerah Irigasi Panulisan secara teknis lahan memperoleh air irigasi dari bendung Ciheulang yang merupakan irigasi teknis dikelola oleh salah satunya adalah UPTD PU Majenang. Pola tanam yang sering dilakukan di daerah irigasi Panulisan adalah padi - padi - bera. Musim tanam pertama (MT-I) dilakukan pada pertengahan bulan Oktober, sedangkan musim tanam kedua (MT-II) dilakukan pada pertengahan bulan April.



Gambar 2 Topografi Lokasi Petak Tersier Pasir Salam 3 Kiri

## 4.2. Perhitungan Kebutuhan Air

### 4.2.1 Kebutuhan Air Penyiapan Lahan

Pengolahan tanah di daerah irigasi panulisan dilakukan selama 20 sampai 30 hari sebelum tanam dimulai. Satu minggu pengolahan tanah, petak sawah dialiri sampai air mencukupi untuk melunakan tanah. Dalam kajian ini penyiapan lahan ditetapkan sebesar  $S = 300$  mm.

Perhitungan kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan (LP) digunakan metoda yang dikembangkan oleh Van De Goor dan Zijstra (1968). Metoda ini didasarkan pada laju air konstan dalam liter per detik selama periode penyiapan lahan dengan rumus:  $IR = (M \cdot ek) / (ek - 1)$

Jangka waktu penyiapan lahan (T) untuk daerah Panulisan ditetapkan selama 45 hari, air irigasi diberikan secara kontinyu dan merata untuk seluruh areal, hasil perhitungan kebutuhan air untuk penyiapan lahan (LP) disajikan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 diketahui bahwa kebutuhan air untuk penyiapan lahan di daerah irigasi Panulisan

berkisar antara 9,14 mm/hari sampai dengan 11,17 mm/hari.

### 4.2.2 Kebutuhan air Irigasi

Pola tanam yang sering dilakukan di daerah irigasi Panulisan adalah padi – padi - bera. Musim tanam pertama (MT-I) dilakukan pada pertengahan bulan oktober, sedangkan musim tanam kedua (MT-II) dilakukan pada pertengahan bulan April. Penentuan kebutuhan air didasarkan pada keseimbangan air pada lahan untuk satu unit luasan dalam periode tahunan. Hasil perhitungan kebutuhan air disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil perhitungan menunjukkan bahwa kebutuhan air maksimum pada periode tanam pertama (MT-I), terjadi pada bulan januari yaitu sebesar:  $DR = 0,81$  ltr/s/ha. Sedangkan untuk periode tanam kedua (MT-II) terjadi pada bulan Juni yaitu sebesar:  $DR = 1,18$  ltr/s/ha. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka kebutuhan air maksimum yang digunakan dalam perhitungan perencanaan jaringan pipa adalah kebutuhan air maksimum dan rata-ratanya paling besar, dalam hal ini adalah kebutuhan air maksimum pada musim tanam kedua, yaitu sebesar 1,18 ltr/s/ha.

Tabel 1 Kebutuhan air untuk penyiapan lahan

Bulan	$E_{t0}$ (mm/hr)	$E_0 = 1.1 \cdot E_{t0}$ (mm/hr)	P (mm/hr)	$M = E_0 + P$ (mm/hr)	$k = M \cdot T / S$ (mm/hr)	LP (mm/hr)
Januari	6,09	6,70	2,0	8,70	1,57	11,00
Februari	5,60	6,16	2,0	8,16	1,47	10,60
Maret	5,81	6,39	2,0	8,39	1,51	10,77
April	5,18	5,70	2,0	7,70	1,39	10,27
Mei	6,30	6,93	2,0	8,93	1,61	11,17
Juni	5,39	5,93	2,0	7,93	1,43	10,43
Juli	5,74	6,31	2,0	8,31	1,50	10,71
Agustus	5,60	6,16	2,0	8,16	1,47	10,60
September	6,30	6,93	2,0	8,93	1,61	11,17
Oktober	4,69	5,16	2,0	7,16	1,29	9,88
November	3,71	4,08	2,0	6,08	1,09	9,14
Desember	4,06	4,47	2,0	6,47	1,16	9,40

Sumber: Hasil Perhitungan

**Tabel 2** Hasil perhitungan kebutuhan air

Periode Tanam		Eto (mm/hr)	P (mm/hr)	Re (mm/hr)	WLR (mm/hr)	C1	C2	C3	C	Etc (mm/hr)	NFR (mm/hr)	DR (ltr/s/ha)
Oktober	1			5,14		-	-	-	-	-	-	-
	2	4,69	2,0	5,52		LP	-	-	LP	9,88	6,37	0,74
November	1			5,60		LP	LP	-	LP	9,14	5,54	0,64
	2	3,71	2,0	5,66		1,10	LP	LP	LP	9,14	5,48	0,63
Desember	1			5,32		1,10	1,10	LP	LP	9,40	6,08	0,70
	2	4,06	2,0	5,82	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	4,47	1,75	0,20
Januari	1			4,25	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	6,70	5,55	0,64
	2	6,09	2,0	3,94	2,20	1,10	1,10	1,10	1,10	6,70	6,96	0,81
Pebruari	1			4,51	1,10	1,05	1,10	1,10	1,08	6,07	4,65	0,54
	2	5,60	2,0	5,31	1,10	0,95	1,05	1,10	1,03	5,79	3,58	0,41
Maret	1			5,48		-	0,95	1,05	0,67	3,87	0,39	0,05
	2	5,81	2,0	5,72		-	-	0,95	0,32	1,84	-	-
April	1			5,35		-	-	-	-	-	-	-
	2	5,18	2,0	5,54		LP	-	-	-	-	-	-
Mei	1			4,00		LP	LP	-	-	-	-	-
	2	6,30	2,0	3,10		1,10	LP	LP	1,10	6,93	5,83	0,67
Juni	1			0,99		1,10	1,10	LP	1,10	5,93	6,94	0,80
	2	5,39	2,0	0,46	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	5,93	8,56	0,99
Juli	1			0,47	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	6,31	8,94	1,03
	2	5,74	2,0	0,33	2,20	1,10	1,10	1,10	1,10	6,31	10,19	1,18
Agustus	1			0,16	1,10	1,05	1,10	1,10	1,08	6,07	9,01	1,04
	2	5,60	2,0	0,19	1,10	0,95	1,05	1,10	1,03	5,79	8,70	1,01

Sumber: Hasil Perhitungan

### 4.3. Perencanaan Jaringan Irigasi Pipa

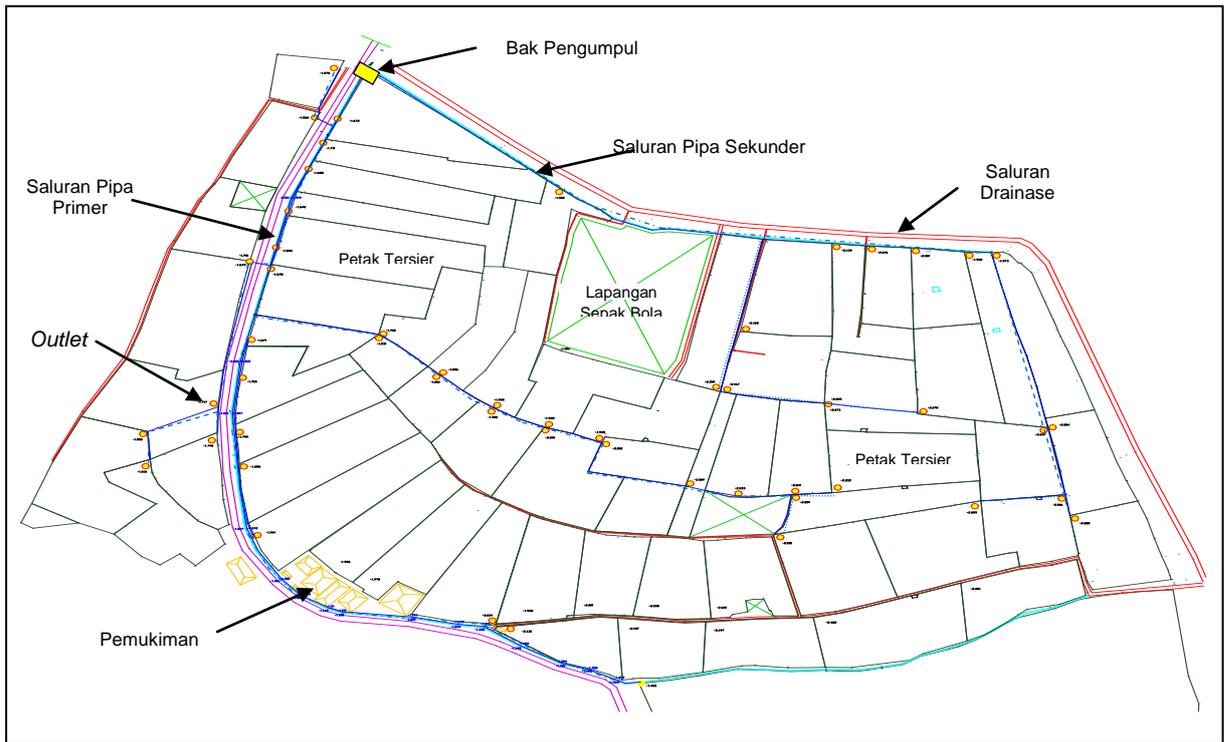
#### 4.3.1 Desain *Layout* Jaringan

Pada penelitian ini, petak tersier Pasir Salam 3 kiri (30 Ha) disetarakan menjadi Daerah Irigasi (DI) yang dibagi menjadi beberapa petak tersier di dalamnya. Luas petak tersier direncanakan antara 0,2 Ha sampai dengan 0,5 Ha. Saluran pipa dibedakan sesuai dengan fungsinya dan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu saluran pipa primer, pipa sekunder dan saluran pipa tersier. Sedangkan untuk diameter dan jenis pipa yang digunakan disesuaikan dengan luas area yang dilayani dan kondisi lokasi penerapan.

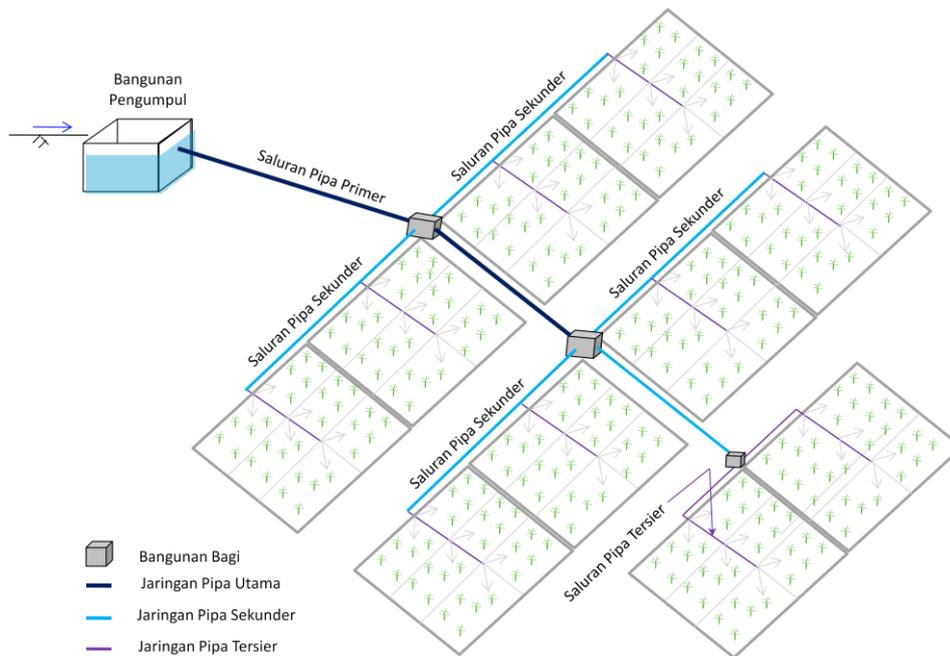
*Layout* irigasi pipa didesain sebagai jaringan irigasi pipa tipe terbuka dengan sistem gravitasi, dimana jaringan irigasi pipa ini dilengkapi boks-boks terbuka sebagai pengontrol sedimen. Perencanaan hidrolis didasarkan pada prinsip aliran air dalam pipa tanpa tekanan (tidak penuh), dimana karakteristik aliran sama dengan aliran pada saluran terbuka (*Open Channel Flow*) yang memiliki permukaan bebas dan sangat dipengaruhi oleh tekanan udara (*P atmosphere*).

Pada Gambar 3 sampai Gambar 5 ditampilkan desain *layout*, sistem operasi dan skema jaringan irigasi pipa pada petak tersier Pasir Salam 3 Kiri.

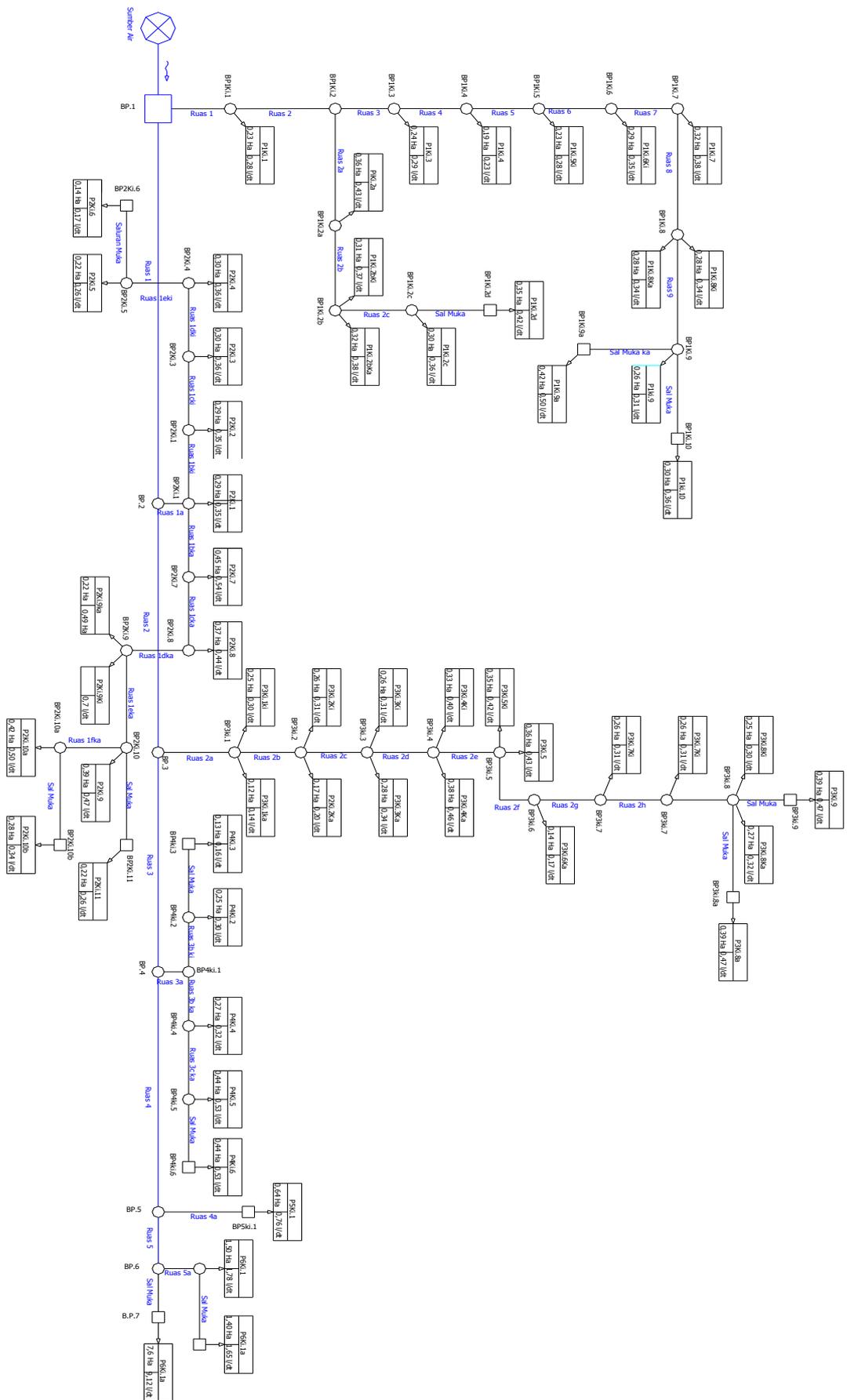
Air irigasi diambil dari dari Bangunan Pasir Salam 3 kiri (BPS-3 kiri) yang sebelumnya ditampung pada bangunan pengumpul, kemudian didistribusikan melalui jaringan pipa primer, pipa sekunder, pipa tersier, dan terakhir dialirkan petak sawah melalui *outlet* (Gambar 4). Setiap *outlet* dilengkapi dengan alat ukur debit dan kolam olak, dengan demikian diharapkan aliran yang keluar dari kolam olakan dapat terukur dan aliran sudah tenang, sehingga tidak merusak tanaman petani. Bangunan utama dan bangunan pelengkap (bangunan bagi dan bangunan sadap) pada jaringan pipa direncanakan mengadopsi dari jaringan irigasi saluran terbuka. Bangunan bagi pada jaringan pipa didesain dapat membagi debit secara proposional dengan lebar pintu sesuai dengan luas area layanan. Sedangkan untuk bangunan sadap didesain dilengkapi dengan alat pengatur (pintu air atau kran) dan pengukur debit (thompson, ambang tajam dan ambang lebar).



**Gambar 3** Desain *layout* jaringan irigasi pipa lahan datar pada Petak Tersier Pasir Salam 3 Kiri



**Gambar 4** Sistem operasi jaringan irigasi pipa lahan datar



Gambar 5 Gambar skema jaringan irigasi pipa lahan datar

#### 4.1.2. Pemilihan Material Pipa

Pemilihan dan pemasangan pipa harus dilakukan dengan tepat dan cermat sesuai dengan penggunaannya, untuk mengurangi pemborosan karena kerusakan-kerusakan jaringan pipa karena tekanan dari luar yang bekerja pada pipa (tekanan tanah dan kendaraan apabila ditanam dibawah jalan raya), tidak sesuai dengan kekuatannya dan pemasangan perlengkapan pipa yang tidak tepat /tidak sesuai dengan jenis pipanya. Pemilihan material pipa untuk jaringan irigasi perlu dilakukan beberapa tinjauan diantaranya terhadap : (i) Topografi dan kondisi lapangan jalur pipa yang dilalui; (ii) Kualitas pipa; (iii) Struktur tanah; (iv) Diameter pipa; (v) Tinjauan sambungan pipa dan perlengkapannya; (vi) Kemudahan dalam handling (penanganan) dan pemasangan; (vii) Biaya yang meliputi biaya material, *handling* dan pemasangan.

Penerapan jaringan irigasi pipa pada lahan datar, penggunaan material pipa berbeda dengan jaringan pipa bertekanan, dimana pada irigasi lahan datar penggunaan pipa tidak memerlukan pipa kualitas tinggi (kuat tekan > 5 kg/cm<sup>2</sup>), dikarenakan tekanan air yang bekerja pada pipa sangat rendah. Pemilihan pipa yang digunakan lebih ditekankan pada faktor ekonomis (biaya) saja, baik biaya untuk material, *handling* maupun biaya untuk pemasangannya. Kualitas pipa yang digunakan cukup dengan pipa yang mempunyai kuat tekan rendah (5 kg/cm<sup>2</sup>), hanya saja perlu dipertimbangkan keamanan terhadap tekanan dari luar, seperti tekanan beban tanah dan beban lain yang bekerja di atasnya. Dengan pertimbangan di atas, maka jenis pipa yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis pipa PVC class D dengan kuat tekan 5 kg/cm<sup>2</sup>, selain harganya murah pipa PVC jenis ini juga banyak beredar dipasaran.

#### 4.1.3. Saluran Pipa

##### 1) Debit Rencana Saluran Pipa

Debit rencana saluran (Q) ditentukan dengan menggunakan rumus standar untuk perencanaan irigasi (KP-03, 1986), yaitu sebagai berikut:  $Q = (c \times NFR \times A) / e$ . Jika air yang dialirkan oleh saluran pipa juga digunakan untuk keperluan lain, maka debit saluran ditambah dengan jumlah air yang dibutuhkan untuk keperluan itu dengan memperhitungkan efisiensi pengaliran. Berdasarkan hasil perhitungan debit rencana saluran pipa primer, sekunder maupun tersier rata-rata sebesar 1,18 ltr/s/ha.

##### 2) Dimensi Rencana Saluran Pipa

Saluran pipa irigasi didefinisikan sebagai saluran pipa yang berfungsi penyalurkan air guna

memenuhi kebutuhan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Dimensi saluran pipa ditentukan berdasarkan metoda coba ralat dan dihitung menggunakan Persamaan Strickler (Persamaan 4) dengan asumsi aliran pada saluran pipa dianggap sebagai aliran tetap. Perhitungan dimensi saluran pipa, dianalisis per masing-masing ruas dan sub ruas dari mulai saluran pipa primer, pipa sekunder, sampai dengan saluran pipa tersier, seperti tampak pada Tabel 3.

Dari hasil perhitungan dimensi saluran pipa diketahui bahwa dimensi saluran pipa primer berkisar antara 10 inchi (250 mm) samapi dengan 8 inchi (200 mm), dimensi saluran sekunder dan tersier antara 6 inchi (160 mm) sampai dengan 1 inchi (25 mm). Dari hasil perhitungan juga didapat bahwa makin kecil diameter pipa yang digunakan maka makin besar kecepatan yang dihasilkan, namun tinggi energi (kemiringan saluran) yang dibutuhkan makin besar pula.

##### 3) Kecepatan Aliran

Kondisi aliran air pada saluran dapat mempengaruhi kinerja jaringan irigasi, terutama keamanan jaringan terhadap faktor sedimentasi dan erosi dinding saluran akibat kecepatan aliran terlampaui tinggi. Kecepatan aliran yang diperlukan adalah kecepatan aliran yang mampu membawa material (sedimen) yang dapat menyebabkan terjadinya sedimentasi, namun tidak menyebabkan erosi pada dinding saluran itu sendiri. Dalam kajian ini kecepatan aliran disaluran ditetapkan berdasarkan asumsi untuk keadaan yang biasa ditemukan pada saluran irigasi, yaitu bahwa kecepatan aliran yang dibutuhkan untuk membawa sedimen berukuran 0,06-0,07 mm pada karakteristik aliran terbuka harus lebih besar dari 0,2 m/s untuk debit kurang dari 0,15 m<sup>3</sup>/s, dan 0,3 m/s untuk debit antara 0,15 m<sup>3</sup>/s sampai dengan 0,3 m<sup>3</sup>/s.

Berdasarkan hasil perhitungan dimensi saluran pipa pada Tabel 3, diperoleh kecepatan aliran diantara 0,35 m/s sampai dengan 0,50 m/s untuk saluran pipa primer, dan 0,25 m/s sampai dengan 0,46 m/s untuk saluran pipa sekunder dan tersier. Hal ini menunjukkan bahwa aliran air pada pipa untuk semua ruas baik saluran pipa primer, sekunder dan saluran pipa tersier mampu membawa sedimen dengan ukuran butir 0,06-0,07 mm. Namun demikian, dalam penerapan dilapangan kecepatan aliran minimum yang dipersyaratkan harus ditambah dengan koefisien keamanan untuk menghindari pengendapan, mengingat pengendalian sedimen yang sudah mengendap pada jaringan pipa lahan datar akan lebih sulit dibandingkan dengan saluran terbuka.

**Tabel 3** Hasil Perhitungan Dimensi Rencana Saluran Pipa

No.	Nama Saluran (Pipa)	Luas	Debit	Φ Pipa	Kekasaran	Keliling Basah	Luas Tamp	Jari 2 Hid	Kecepatan	Kemiringan
		A	Q	(D)	ks	P	F	R	V	I
		ha	ltr/dt	Inchi		m	m <sup>2</sup>	m	m/dt	
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	
<b>Panulisan</b>										
1	Primer Muka	7,60	8,97	8,00	111	0,51	0,03	0,05	0,35	0,00053
2	Ruas Muka P6Ki.2	1,40	1,65	3,00	111	0,19	0,00	0,02	0,46	0,00338
3	Ruas 5a	2,91	3,43	5,00	111	0,32	0,01	0,03	0,28	0,00061
4	Primer Ruas 5	10,51	12,40	8,00	111	0,51	0,03	0,05	0,39	0,00065
5	Muka P5Ki.1	0,64	0,76	2,25	111	0,14	0,00	0,01	0,30	0,00210
6	Ruas 4a	0,64	0,76	2,00	111	0,13	0,00	0,01	0,38	0,00393
7	Primer Ruas 4	11,15	13,16	8,00	111	0,51	0,03	0,05	0,41	0,00073
8	Muka P4Ki.6	0,44	0,52	2,00	111	0,13	0,00	0,01	0,26	0,00186
9	Ruas 3cKa	0,88	1,04	2,75	111	0,18	0,00	0,02	0,28	0,00136
10	Ruas 3bKa	1,15	1,36	3,00	111	0,19	0,00	0,02	0,30	0,00146
11	Muka P4Ki.3	0,13	0,15	1,00	111	0,06	0,00	0,01	0,31	0,00654
12	Ruas 3bKi	0,38	0,45	1,75	111	0,11	0,00	0,01	0,29	0,00282
13	Ruas 3a	1,53	1,81	3,00	111	0,19	0,00	0,02	0,40	0,00258
14	Primer Ruas 3	12,68	14,96	8,00	111	0,51	0,03	0,05	0,47	0,00095
15	Muka P3Ki.9	0,39	0,46	1,75	111	0,11	0,00	0,01	0,30	0,00297
16	Muka P3Ki.8a	0,39	0,46	1,75	111	0,11	0,00	0,01	0,30	0,00297
17	Ruas 2h	1,30	1,53	3,00	111	0,19	0,00	0,02	0,34	0,00186
18	Ruas 2g	1,56	1,84	3,00	111	0,19	0,00	0,02	0,41	0,00269
19	Ruas 2f	1,70	2,01	3,00	111	0,19	0,00	0,02	0,45	0,00319
20	Ruas 2e	2,41	2,84	4,00	111	0,26	0,01	0,03	0,36	0,00138
21	Ruas 2d	3,12	3,68	4,00	111	0,26	0,01	0,03	0,46	0,00232
22	Ruas 2c	3,66	4,32	5,00	111	0,32	0,01	0,03	0,35	0,00097
23	Ruas 2b	4,09	4,83	6,00	111	0,38	0,01	0,04	0,27	0,00046
24	Ruas 2a	4,46	5,26	6,00	111	0,38	0,01	0,04	0,29	0,00054
25	Primer Ruas 2	17,14	20,23	10,00	111	0,64	0,04	0,06	0,41	0,00053
26	Muka P2Ki.11	0,22	0,26	1,25	111	0,08	0,00	0,01	0,33	0,00569
27	Muka P2Ki.10b	0,28	0,33	1,50	111	0,10	0,00	0,01	0,29	0,00349
28	Ruas 1f Ka	0,70	0,83	2,50	111	0,16	0,00	0,02	0,27	0,00143
29	Ruas 1e Ka	1,31	1,55	3,00	111	0,19	0,00	0,02	0,34	0,00189
30	Ruas 1d Ka	2,02	2,38	4,00	111	0,26	0,01	0,03	0,30	0,00097
31	Ruas 1c Ka	2,39	2,82	4,00	111	0,26	0,01	0,03	0,35	0,00136
32	Ruas 1b Ka	2,84	3,35	4,00	111	0,26	0,01	0,03	0,42	0,00192
33	Muka P2Ki.6	0,14	0,17	1,00	111	0,06	0,00	0,01	0,33	0,00758
34	Ruas 1e Ki	0,36	0,42	1,75	111	0,11	0,00	0,01	0,28	0,00253
35	Ruas 1d Ki	0,66	0,78	2,50	111	0,16	0,00	0,02	0,25	0,00127
36	Ruas 1c Ki	0,96	1,13	3,00	111	0,19	0,00	0,02	0,25	0,00102
37	Ruas 1b Ki	1,25	1,48	3,00	111	0,19	0,00	0,02	0,33	0,00172
38	Ruas 1a	4,09	4,83	5,00	111	0,32	0,01	0,03	0,39	0,00121
39	Primer Ruas 1	21,23	25,05	10,00	111	0,64	0,04	0,06	0,50	0,00081
<b>Panulisan Kiri</b>										
1	Muka P1Ki.10	0,30	0,35	1,50	111	0,10	0,00	0,01	0,32	0,00400
2	Muka P1Ki.9a	0,42	0,50	2,00	111	0,13	0,00	0,01	0,25	0,00169
3	Ruas 9	0,98	1,16	2,75	111	0,18	0,00	0,02	0,31	0,00169
4	Ruas 8	1,54	1,82	3,00	111	0,19	0,00	0,02	0,41	0,00262
5	Ruas 7	1,86	2,19	4,00	111	0,26	0,01	0,03	0,28	0,00082
6	Ruas 6	2,15	2,54	4,00	111	0,26	0,01	0,03	0,32	0,00110
7	Ruas 5	2,38	2,81	4,00	111	0,26	0,01	0,03	0,35	0,00135
8	Ruas 4	2,57	3,03	4,00	111	0,26	0,01	0,03	0,38	0,00157
9	Ruas 3	2,81	3,32	4,00	111	0,26	0,01	0,03	0,42	0,00188

Sumber: Hasil Perhitungan

#### 4) Efisiensi Penyaluran

Jaringan irigasi pipa, merupakan jaringan irigasi yang mampu menekan kehilangan air di sepanjang saluran. Pada penelitian ini jaringan pipa direncanakan dengan menggunakan pipa PVC yang dikenal kedap terhadap rembesan. Air dialirkan secara gravitasi langsung menuju boks outlet petakan sawah melalui saluran pipa-pipa PVC yang ditanam dibawah permukaan tanah. Dalam hal penggunaan jaringan irigasi pipa efisiensi irigasi di saluran dapat mencapai lebih dari 98 % (Rahmandani dkk, 2013), dengan asumsi jaringan irigasi pipa dalam kondisi baik dan tidak bocor, sehingga tidak akan menyebabkan terjadinya kehilangan air di sepanjang saluran, baik dari mulai saluran primer sampai dengan saluran tersier.

#### 5) Tinggi Muka Air pada Saluran Pipa

Tinggi energi diperlukan untuk dapat mengalirkan air dari sumber air sampai dengan lahan pertanian. Untuk itu kita harus mengetahui besarnya kehilangan energi, baik itu kehilangan energi sepanjang saluran pipa maupun kehilangan energi akibat penempatan bangunan pelengkap pada jaringan pipa. Menurut kriteria perencanaan irigasi (KP Irigasi, 1986), untuk menentukan kehilangan energi dapat diperkirakan sebagai berikut:

- Tinggi energi yang diperlukan untuk mengalirkan air dari boks kuarter ke saluran kuarter diperkirakan sebesar 0,05 m.
- Tinggi energi yang diperlukan untuk mengalirkan air disepanjang saluran kuarter

- = panjang saluran dikali kemiringan saluran kuartar.
- Tinggi energi yang diperlukan untuk mengalirkan air dari boks tersier ke saluran tersier diperkirakan sebesar 0,05 m.
  - Tinggi energi yang diperlukan untuk mengalirkan air disepanjang saluran tersier = panjang saluran dikali kemiringan saluran tersier.
  - Tinggi energi yang diperlukan untuk mengalirkan air dari hulu gorong gorong ke hilir gorong gorong diperkirakan sebesar 0,05 m.
  - Tinggi energi yang diperlukan untuk mengalirkan air dari hulu ke hilir bangunan sadap / ukur diperkirakan sebesar 0,10 m.
  - Perbedaan tinggi antara h 100 dan h 70 diperkirakan sebesar  $0,18 \times h 100$ .

Tinggi muka air pada saluran tersier ditentukan oleh letak sawah tertinggi yang akan diairi. Pada kajian ini perhitungan kehilangan energi dikontrol terhadap elevasi sawah tertinggi dan terjauh, dalam hal ini adalah petak tersier P7Ki. Berikut pada Tabel 4 ditampilkan hasil perhitungan elevasi muka air di saluran pipa.

Dari hasil perhitungan elevasi muka air, didapat bahwa kebutuhan tinggi energi yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari sumber air sampai ke lahan pertanian sebesar 0,92 m, atau pada elevasi 30,92 m di sumber air untuk bisa mengalirkan ke lahan pertanian dengan elevasi 30 m. hasil perhitungan ini menunjukan bahwa kebutuhan tinggi energi masih dibawah ketersediaan tinggi energi yang ada yaitu sebesar 1,01 m.

**Tabel 4** Hasil Perhitungan Elevasi Muka Air di Saluran Pipa

Nama Saluran	Sawah Tertinggi		Saluran Tersier, Sekunder, Primer			Beda Tinggi		Elevasi MA dekat pintubagi/sadap		El. Tertinggi di hulu pintu	
	El. Muka Tanah	El. Muka Air (+0,1)	Jarak	Kemiringan Saluran	Kehilangan Tekanan	Boks Tersier	Bang. Sadap /Ukur	h100 - h70 (0,18xh100)	hilir		hulu
	A	a	L	i	d	e	g	dh	P		P'
	(m)	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		(m)
Tersier P7Ki	30	30,1	685	0,00073	0,50	0,1	0,1	0,126	30,70	30,92	31,01

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diketahui bahwa desain jaringan irigasi pipa pada lahan datar di petak tersier Pasir Salam 3 kiri (PS 3 ki) Daerah Irigasi Panulisan layak secara teknis berdasarkan hasil perhitungan hidrolis, sehingga air dapat mengalir secara gravitasi dengan kecepatan 0,25 – 0,5 m/s dan ketersediaan energi lebih besar 0,09 m dari kebutuhan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Pengairan Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-03*. Jakarta.
- Direktorat Jendral Pengairan Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Jakarta.
- G.A. W. Van De Goor dan Zijstra, 1968. *Irrigation Requirements for Double Cropping Of Lowland Rice In Malaya*, Netherlands.
- Hansen, V.E, W.I Orson and E.S Glen. 1992. Diterjemahkan oleh Tac Hyan dan Soetjipto. *Dasar-dasar dan Praktek Irigasi*. Edisi 4. Erlangga. Jakarta.

Laksana, M. 2008. *Micro-bubble Generator dengan Metode Spherical Ball dalam Pipa Beraliran*. Tugas Akhir Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Depok.

Pemerintah Republik Indonesia. 2006. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 2006 tentang Irigasi*. Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta.

Rahmandani D, dkk. (2013). *Laporan Akhir Pengembangan Irigasi Bertekanan*. Pusat Litbang Sumber Daya Air, Balai Irigasi. Bekasi.

Rahmandani D, dkk. (2014). *Laporan Akhir Pengembangan Irigasi Perpipa*. Pusat Litbang Sumber Daya Air, Balai Irigasi. Bekasi.

Sujarwadi, 1990. *Teori dan Praktek Irigasi*, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik, UGM. Yogyakarta.

Triadmojo, Bambang. 1996. *Hidrolika I dan II*. Yogyakarta: Beta Offset.

Vos, H.CP. der, 1925: *Transport van vaste stoffen door stroomed water, De waterstaatsingenieur, no 7*. Netherlands.