



## **INSTRUSI AIR LAUT SUNGAI GANGSA**

Salamun<sup>\*)</sup>

Diterima 27 Pebruari 2008

### **ABSTRACK**

*Estuary Phenomenon was construced by Tidal Range, Discharge and Sea Wave. Instrution was an impact of Fresh water and Sea Water or Salinity. Length of Instrution in Gangsa river can be forecasted by a model numerical which Saint Venant equation especially on continuity and momentum equation which was shown water surface and discharge. One of stop instrution on river is to build.*

**Keywords :** *Gangsa River, Estuary Phenomenon*

### **ABSTRAK**

*Fenomena Estuary terbentuk dari Pasang, Debit dan Gelombang Laut. Instruary adalah dampakdari menysupnya air laut/salinitas kerah air tawar/sungai. Panjang instrusi Sungai Gangsa dapat diramalkam dengan Numerik dengan persamaan Saint Venant khususnya pada Continuitas dan momentum yang ditunjukkan oleh elevasi muka air dan debit. Peramalan ini adalah salah satu cara penentuan bangaunan penanggulangan instrusi air laut.*

**Kata kunci :** *Debit Sungai, Pasang Surut dan Salinitas.*

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Air permukaan atau air sungai merupakan sumberdaya vital dan strategis untuk kehidupan masyarakat. Air terutama air tawar sangat penting dalam kehidupan.

Permasalahan timbul pada daerah pesisir pantai yaitu pengaruh intrusi air laut. Hal ini diakibatkan karena pengaruh perambatan air laut akibat pasang surut. Pengaruh–pengaruh ini menyebabkan kondisi air sungai tidak layak lagi untuk kebutuhan sehari – hari, seperti mandi, minum, mencuci dan lain-lain karena airnya payau.

---

<sup>\*)</sup> Jurusan Teknik Sipil FT. UNDIP  
Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang Semarang

Banyak alternatif yang dapat dikerjakan demi pengamanan dari pengaruh intrusi air laut ke daratan. Salah satunya dengan membuat bangunan penanggulangan pengaruh intrusi pada sungai sesuai dengan karakteristik masing – masing sungai. Sifat dan morfologi sungai sangat menentukan perlakuan yang akan direncanakan pada sungai tersebut.

### **Tujuan Dan Manfaat**

1. Memberikan gambaran perilaku air permukaan di Sungai khususnya S. Gangsa
2. Memberikan gambaran perilaku air tawar dan air asin pada muara Sungai Gangsa.
3. Penanggulangan pengaruh intrusi air laut di Sungai Gangsa Kota Tegal
4. Memberikan rekomendasi terhadap kondisi sungai pada saat ini yang dimaksudkan untuk menjaga keseimbangan ketersediaan air.

### **Lokasi Daerah Penelitian**

Lokasi penelitian di Sungai Gangsa Kota Tegal yang berbatasan dengan Kabupaten Brebes.

## **LANDASAN TEORI**

### **Pola Sirkulasi Aliran di Muara Sungai (Estuari)**

Pola sirkulasi aliran di estuari dipengaruhi sifat morfologi sungai, pasang surut dan debit sungai. Sirkulasi aliran meliputi penjalaran gelombang pasang surut, pencampuran air tawar dan air asin, gerak sediment, polutan (biologis dan fisis) dsb.

### **Pasang Surut**

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi.

Aliran air laut ke estuari di sertai transpor massa garam. Masuknya air asin ke estuari disebut intrusi air asin. Jarak intrusi air asin ke estuari tergantung pada karakteristik estuari, pasang surut dan debit sungai. Semakin besar tinggi pasang surut dan semakin kecil debit sungai, semakin jauh intrusi air asin. Sebaliknya semakin kecil tinggi pasang surut dan semakin besar debit sungai, semakin pendek jarak intrusi air asin. Transpor garam di estuari terjadi secara konveksi dan difusi. Secara konveksi air garam terbawa (terangkut) bersama dengan aliran air, karena pengaruh kecepatan aliran. Tranpor secara difusi terjadi karena turbulensi dan perbedaan kadar garam di suatu titik dengan titik-titik di sekitarnya, sehingga kadar garam akan menyebar ke titik dengan konsentrasi lebih rendah.

### **Debit Sungai**

Debit sungai dan perubahan musimnya adalah salah satu dari parameter penting dalam sirkulasi di estuari. Debit sungai tergantung pada karakteristik hidrologi dan daerah aliran sungai. Daerah aliran sungai yang baik (hutan masih terjaga) memberikan debit aliran yang relatif konstan sepanjang tahun. Sedang jika kondisinya jelek variasi debit antara musim basah dan kering sangat besar. Hidrograf di hulu estuari merupakan fungsi waktu dengan arah aliran selalu ke hilir (menuju laut). Pada musim hujan debit aliran besar sementara pada musim kemarau kecil. Pada waktu banjir debit sungai mendorong polutan (garam, sedimen

dan sebagainya) ke laut, sehingga intrusi air asin dan kekeruhan terdorong lebih ke hilir, sedangkan pada debit kecil polutan bergerak lebih ke hulu.

### **Pencampuran (*mixing*) di Muara**

Di muara sungai terjadi pertemuan antara air asin dari laut dan air tawar dari sungai. Letak titik temu dan tingkat pencampuran antara air asin dan air tawar sangat bervariasi tergantung kekuatan pasang surut dan debit sungai.

Berdasarkan kekuatan relatif antara pasang surut dan debit sungai, sirkulasi estuari dapat dikelompokkan ke dalam 3 golongan utama yaitu :

#### **a. Estuari Sudut Asin (*salt wedge*)**

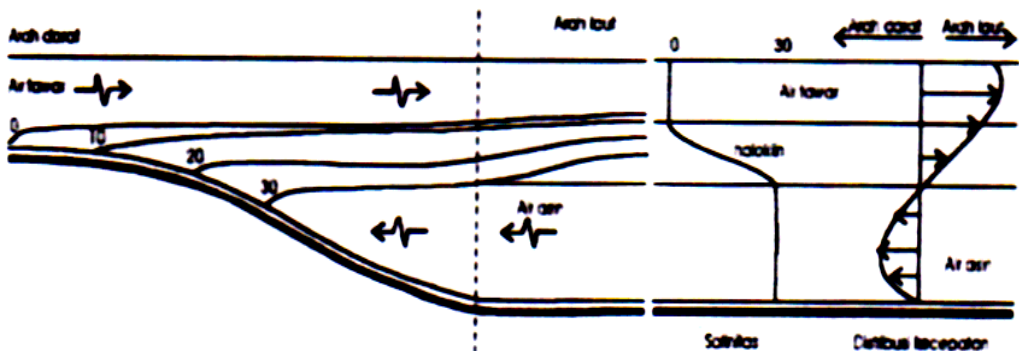
Estuari jenis ini bila pasang surut rendah dan debit sungai besar. Air tawar/sungai mengalir di atas air laut, antar air tawar dan air asin terjadi Sudut Asin (*salt wedge*). Salinitas di lapisan bawah sama dengan salinitas air laut, sedang lapisan atas merupakan air tawar. Posisi sudut asin dapat berubah, bisa bergerak ke hulu pada saat pasang dan ke hilir pada waktu surut.

#### **b. Estuari Tercampur Sebagian (*partial mixed*)**

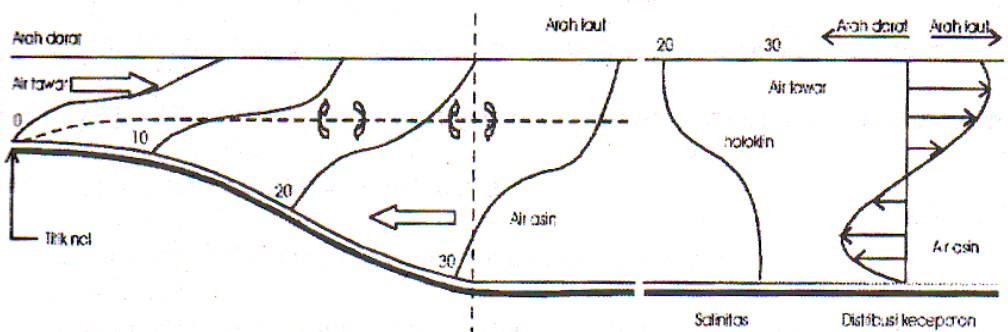
Estuari tercampur sebagian berkembang pada pasang surut yang moderat. Arus pasang surut cukup berpengaruh dan massa air bergerak naik turun mengikuti naik turunnya air pasang surut. Akibatnya geseran arus pada pertemuan air asin atau air tawar, geseran pada dasar estuari menimbulkan tegangan geser dan menimbulkan turbulensi.

Turbulensi ini menyebabkan pencampuran air asin atau air tawar pada kolam air yang lebih efektif dibandingkan dengan akibat gelombang yang terjadi pada pertemuan air asin atau air tawar. Air tawar mengalir ke arah laut bercampur dengan air asin dengan proporsi yang lebih tinggi sehingga kompensasi aliran air asin ke arah darat lebih kuat dibandingkan pada estuari sudut asin dan apabila pasang surut besar, pencampuran lebih baik terjadi antara air asin dan air tawar.

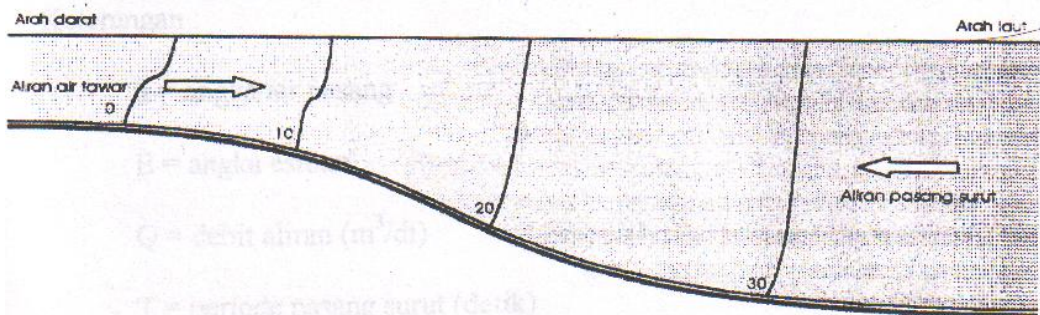
Tingkat pencampuran tergantung pada energi yang di timbulkan oleh pasang surut. Ke arah hulu estuari, netto gerakan air asin makin kecil dan netto gerakan air tawar di permukaan ke arah hilir meningkat. Kedalaman dimana tidak ada gerakan air netto ke hulu maupun ke hilir (transisi antara arus ke hulu dan ke hilir,  $V = 0$ ), makin ke hulu makin meningkat sampai pada suatu titik berimpit dengan dasar estuari. Pada titik ini tidak ada gerakan air ke arah hulu dan titik ini disebut titik nol estuari. Letak titik nol selalu bergeser ke hulu atau ke hilir sesuai dengan besar kecilnya pasang surut dan debit sungai. Pada debit besar bergerak ke hilir dan sebaliknya pada debit kecil bergerak ke hulu. Salinitas bervariasi dalam arah memanjang dan vertikal. Dalam arah memanjang salinitas berkurang dari mulut sungai ke arah hulu sedang dalam arah vertikal berkurang dari dasar ke permukaan.



Gambar 1. Estuari dengan sudut asin (salt wedge)



Gambar 2. Estuari tercampur sebagian



Gambar 3. Estuari tercampur sempurna

c. Estuari tercampur sempurna (*Well Mixed*)

Pada estuari yang lebar dan dangkal, dimana pasang surutnya tinggi dan arus pasang surut lebih kuat dibandingkan dengan aliran sungai, kolam air menjadi tercampur secara keseluruhan, estuari tercampur sempurna dan apabila pasang surut besar dan debit sungai kecil, akan terjadi pencampuran yang lebih baik. Tidak lagi terjadi bidang batas antara air asin dan air tawar. Variasi salinitas hanya terjadi sepanjang estuari, tanpa stratifikasi vertikal dan lateral.

*Mixing* di estuari disebabkan oleh difusi turbulensi dan variasi medan kecepatan. *Mixing* terjadi karena turbulensi yang merupakan gerakan dalam skala kecil dari partikel air yang menyimpang dari kecepatan rata-rata yang disebabkan oleh pasang surut, debit sungai dan rapat massa air. Pasang surut menyebabkan pencampuran air asin dan air tawar dengan dua cara sebagai berikut :

1. Gerakan arus pasang surut pada dasar saluran/sungai menimbulkan turbulensi dan mengakibatkan percampuran turbulen secara vertikal.
2. Gelombang pasang surut yang menjalar di estuari menyebabkan arus cukup kuat dapat menimbulkan mixing secara konveksi. Pola Sirkulasi Estuari

***Bilangan Estuari (Se)***

Pickard (1975) mengemukakan pola sirkulasi estuari dapat dirumuskan sbb;

$$Se = \frac{U^3 B}{gQt} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

$$U = \frac{2.Tr.As}{B.H.T} \dots\dots\dots(2)$$

- U = kecepatan pasang surut rata-rata
- Qt = debit air tawar, m<sup>3</sup>/dtk
- g = gaya gravitasi bumi, m/dtk<sup>2</sup>
- Tr = simpangan pasang surut, m
- As = luas permukaan estuari, m<sup>2</sup>
- B = lebar rata-rata estuari, m
- H = kedalaman estuari rata – rata, m
- ∇<sub>T</sub> = volume pasang surut, m<sup>3</sup>
- A = penampang melintang rata-rata, m<sup>2</sup>
- T = periode pasang surut, detik

Berdasarkan harga Se yang diperoleh, maka estuari di kelompokkan menjadi :

- Se < 0,03 : estuari sudut asin
- 0,03 ≤ Se ≤ 0,3 : estuari transisi atau tercampur sebagian
- Se > 0,3 : estuari tercampur sebagian

***Derajat pencampuran dengan nisbah debit (K) (Degree of mixing by a flow ratio)***

$$K = \frac{\nabla_T}{\nabla_a} \dots\dots\dots(3)$$

$$\nabla_T = Qa * T \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

- ∇<sub>T</sub> = volume air tawar selama satu periode pasang surut, m<sup>3</sup>
- ∇<sub>a</sub> = volume air asin pada saat pasang, m<sup>3</sup>

Berdasarkan harga K yang diperoleh, maka estuari dikelompokkan menjadi :

- K < 0,1 : estuari tercampur sebagian

$0,7 > Se > 0,3$  : estuari transisi atau  
tercampur sebagian

$Se \geq 0,7$  : estuari sudut asin

### Bangunan Penanggulangan Intrusi

Perencanaan penanggulangan intrusi air laut ke darat melalui sungai dapat dilakukan terutama penanggulangan dengan membuat bangunan penahan intrusi. Dalam penelitian ini direncanakan penanggulangan pengaruh intrusi air laut dengan membangun bendung penahan air pasang.

### ANALISA DATA

Data-data yang digunakan dalam perhitungan terdiri dari: data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data pengukuran lapangan Sungai Gangsa. Sedangkan data sekunder

adalah data-data dari instansi maupun dinas terkait.

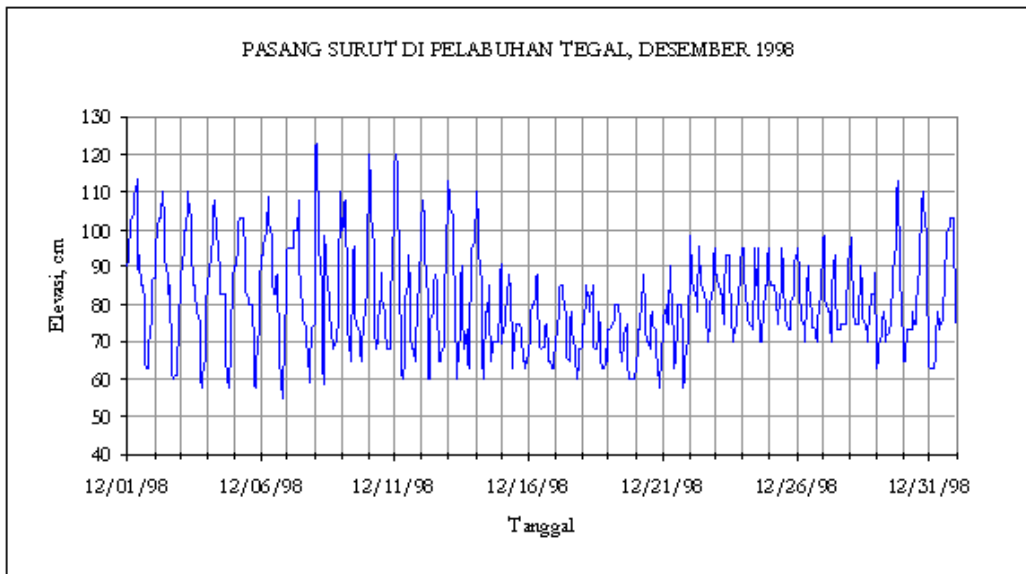
### Kondisi Hidroceanografi

#### Fluktuasi Muka Air Laut

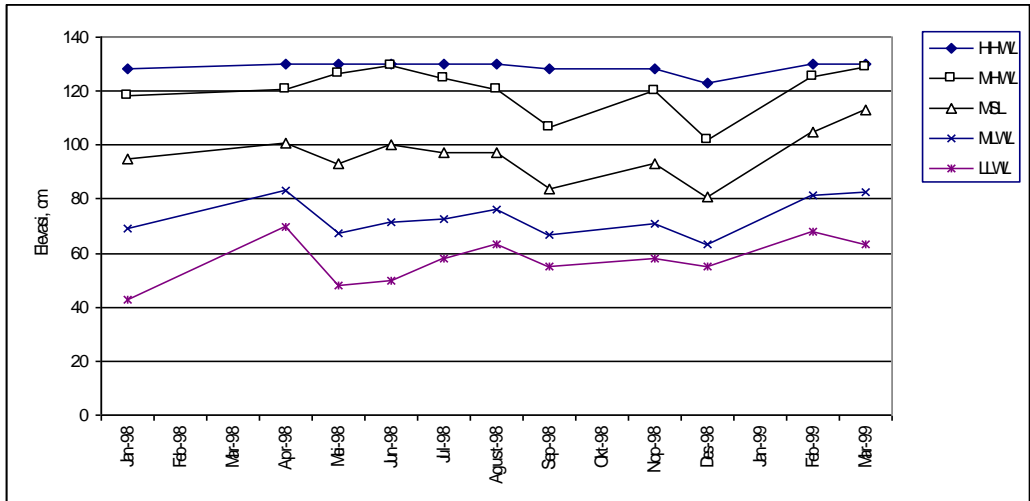
Fluktuasi muka air laut dipengaruhi gelombang terutama gelombang pasang surut.

- Pasang surut

Data pasang surut dari Perum Pelabuhan Cabang III Tegal, untuk periode Januari 1999 s/d Maret 2002. Hasil analisis menunjukkan bahwa tipe pasang surut di perairan Tegal adalah pasang surut campuran dengan dominasi semi diurnal. Berarti selama kurang lebih 24 jam terjadi 2 kali pasang dan 2 kali surut, lihat Gambar 4.



Gambar 4. Grafik pasang surut di pelabuhan Tegal.



Gambar 5. Berbagai elevasi muka air laut bulanan di perairan Tegay

Dari data dan gambar diperoleh simpangan maksimum adalah 0,80 meter, dengan rata-rata 0,46 meter. Berbagai tinggi muka air yang lain adalah sbb.:

- *HHWL* : *High Highest Water Level* : 1,30 m
- *MSL* : *Mean Sea Level* : 0,96 m
- *LLWL* : *Low Lowest Water Level* : 0,43 m.

**Air Permukaan**

Pengujian kualitas air Sungai Gangsa dimaksudkan untuk mengetahui batas penyusupan air laut di sungai. Dua parameter yang digunakan sebagai dasar penentuan batas penyusupan air laut di sungai adalah harga daya hantar listrik (DHL) dan salinitas.

Jumlah garam terlarut atau total *dissolved solids* adalah jumlah konsentrasi garam yang terkandung dalam air. Klasifikasi air berdasarkan jumlah garam terlarut menurut Davis & De Weist (Todd, 1980), seperti Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi air berdasarkan jumlah garam terlarut

Jumlah garam terlarut (mg/l)	Macam Air
< 1000	Tawar ( <i>fresh</i> )
1000 – 10.000	Payau ( <i>Brackish</i> )
10.000 – 100.000	Salty
> 100.000	Briny

Jumlah garam terlarut dapat didekati dengan harga daya hantar listrik (DHL = EC). Daya hantar listrik air yang banyak mengandung garam mempunyai harga daya hantar listrik yang tinggi. Pengukuran dengan alat electric conductivity (EC) meter, satuan yang digunakan adalah mikrosiemen (  $\mu$ S/cm) atau mikromhos (  $\mu$  hos) dimana 1  $\mu$ hos = 1  $\mu$ S/cm.

Daya hantar listrik yang di ukur pada suhu standar yaitu 25<sup>0</sup> C. Hasil Pengukuran dapat dilihat Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Salinitas Dan Daya Hantar Listrik di Sungai Gangsa

No	Jarak dari Muara (m)	Waktu Pengetesan		pH	Daya Hantar Listrik ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Salinitas		Keterangan
		Jam	Tanggal			$\text{‰}$	mg/l	
1	0	13.15	29/09/2002	8	42000	24	24,700	Asin
2	200	13.10	29/09/2002	8	39000	23	23,143	Asin
3	700	12.50	29/09/2002	8	41500	24	24,184	Asin
4	1200	12.30	29/09/2002	8	42000	24	24,255	Asin
5	1700	12.10	29/09/2002	8	41500	24	24,632	Asin
6	2200	11.50	29/09/2002	8	40000	23	24,190	Asin
7	2700	11.30	29/09/2002	8	43000	25	25,522	Asin
8	3200	11.10	29/09/2002	8	42500	25	25,226	Asin
9	3700	10.50	29/09/2002	8	41500	24.5	24,623	Asin
10	4200	10.30	29/09/2002	8	42000	27	24,929	Asin
11	4700	10.10	29/09/2002	8	40500	25.5	24,038	Asin
12	5200	9.50	29/09/2002	8	39000	24.5	23,148	Asin
13	5700	9.30	29/09/2002	8	33000	19.5	19,956	Asin
14	6200	13.55	28/09/2002	8	41000	24	24,335	Asin
15	6700	14.15	28/09/2002	7	40000	23	24,190	Asin
16	7200	14.35	28/09/2002	7	39500	22.5	23,887	Asin
17	7700	14.55	28/09/2002	7	40500	23.5	24,492	Asin
18	8200	15.15	28/09/2002	7	39000	22	23,585	Asin
19	8700	15.35	28/09/2002	7	39000	22.5	23,148	Asin
20	9200	15.55	28/09/2002	7	39000	21	22,980	Asin
21	9700	16.15	28/09/2002	8	5000	4	2,914	Asin

## PENDUGAAN DEBIT DAN SALINITAS

Pendugaan terhadap kemungkinan pengaruh intrusi air laut ke sungai Gangsa dapat dilakukan melalui dua cara. Cara pertama adalah dengan melakukan uji sampel di sungai Gangsa, yaitu dengan melakukan pengukuran kadar NaCl yang terdapat pada air sungai. Pengukuran kadar garam dilakukan dengan menggunakan alat penduga kadar NaCl yaitu Salinitas Meter. Cara yang kedua dapat pula

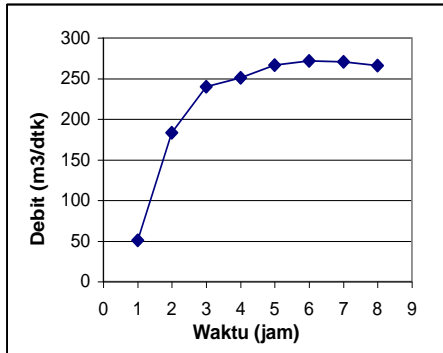
dilakukan dengan perhitungan model matematik satu dimensi Saint Venant.

## Debit Musim Kemarau

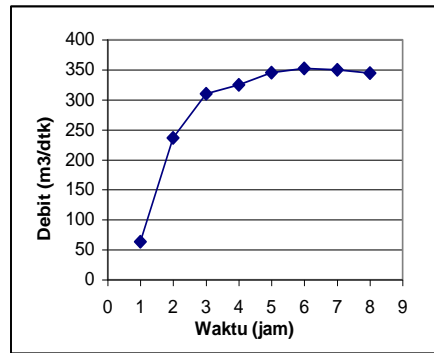
Debit Musim Kemarau/debit kecil adalah debit minimum sungai. Perhitungan debit kecil bertujuan untuk menentukan area yang dapat dialiri. Perhitungan ini menggunakan cara analisis *water balance* dari Dr. F. J. Mock Hasilnya seperti pada Tabel 3.



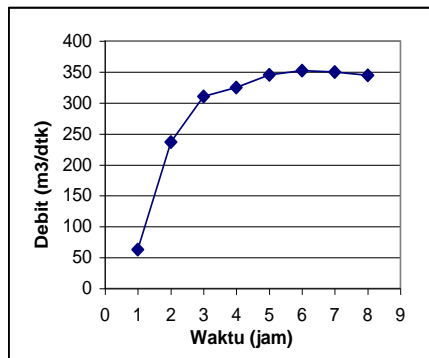
## Hidrograf Banjir



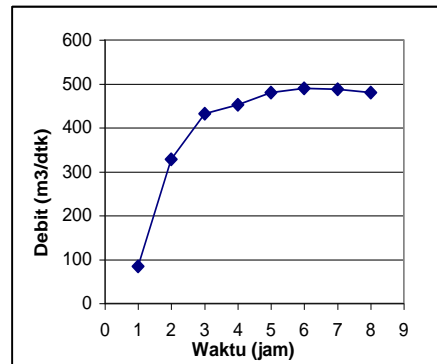
(a)



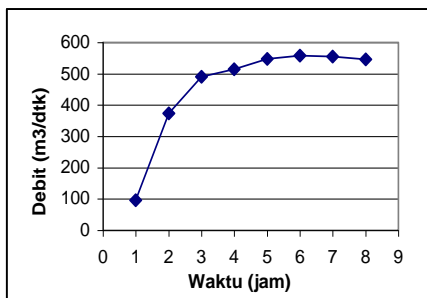
(b)



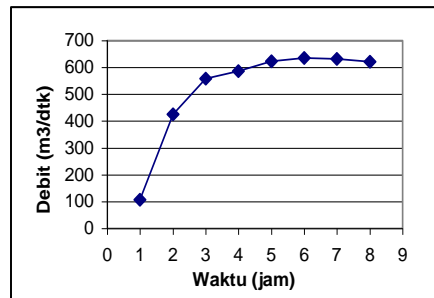
(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 6. Grafik. Hubungan Debit Puncak dan waktu (a). Periode 2 tahun, (b). Periode 5 tahun, (c). Periode 10 tahun, (d). Periode 25 tahun, (e). Periode 50 tahun, (f). Periode 100 tahun

Tabel 3. Hasil Perhitungan Debit Kecil

No.	Bulan	Debit (m <sup>3</sup> /dt)
1.	Januari	0,810
2.	Februari	0,671
3.	Maret	0,565
4.	April	0,364
5.	Mei	0,237
6.	Juni	0,133
7.	Juli	0,079
8.	Agustus	0,062
9.	September	0,042
10.	Oktober	0,189
11.	Nopember	0,386
12.	Desember	0,502

### Pengukuran Salinitas

Dari hasil pengukuran salinitas di lapangan maka dapat dianalisa kondisi salinitas di sungai Gangsa. Adapun analisa yang telah dilakukan seperti pada tabel berikut ini :

Dari analisa diatas maka kita dapat mengetahui jarak intrusi yang terjadi di sungai Gangsa dari muara. Besarnya jarak intrusi air laut di sungai Gangsa yang diukur dari muara sungai adalah

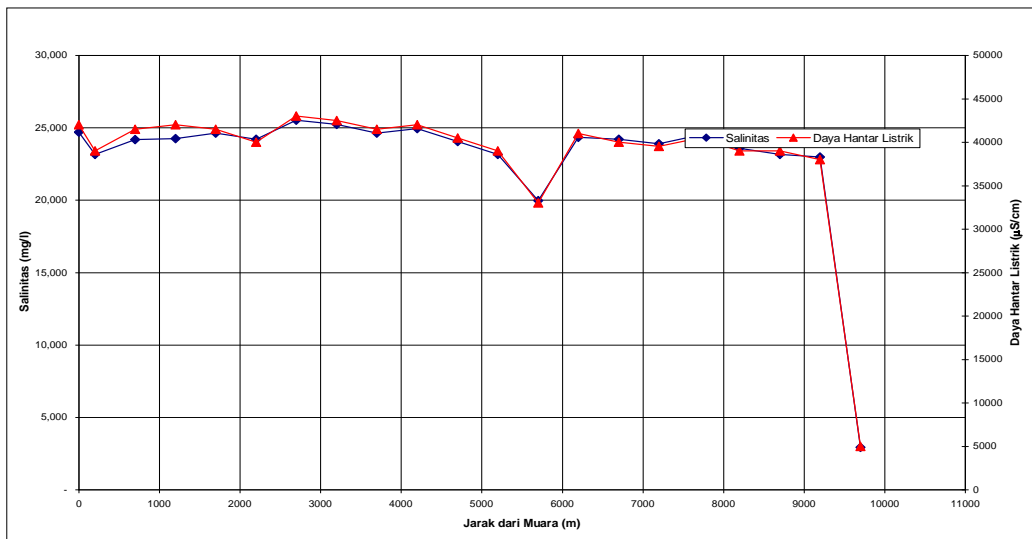
sebesar 9,7 Km. Hubungan antara daya hantar listrik dan besarnya salinitas di sajikan pada grafik Gambar 7.

### Pendugaan Intrusi

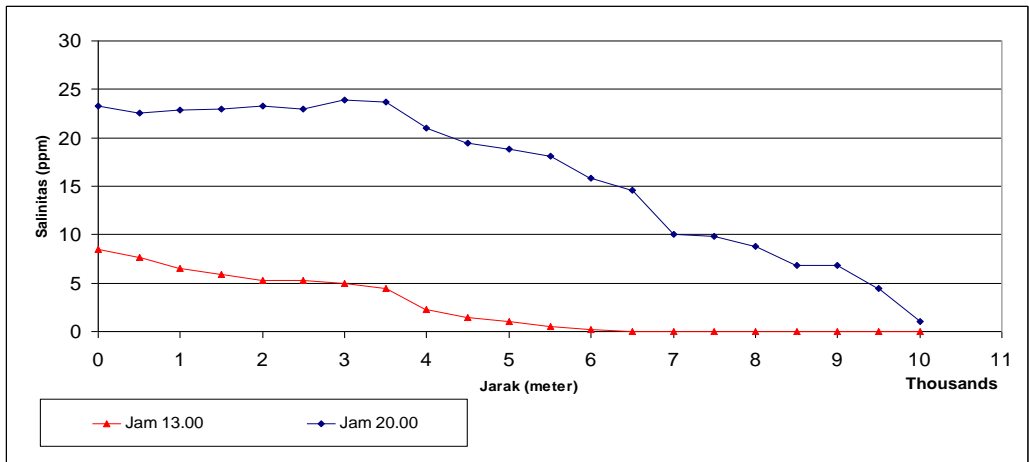
#### Debit rencana

Analisa yang dilakukan dengan model Numerik dengan menggunakan Formula Saint Venant pada saat debit rencana sebesar 300,893 m<sup>3</sup>/dtk. Lebar muka air 28 meter, panjang sungai 10 Km dengan kemiringan dasar saluran 0,0009. Hasil perhitungan salinitas menunjukkan titik peralihan antara air asin dan air tawar terletak pada jarak 10km untuk kondisi pasang dengan besarnya kandungan garam yang terdapat pada titik ini adalah sebesar 1,0756 ppm dan kandungan garam pada kondisi surut terletak pada jarak 8,00 Km dengan kandungan garam sebesar 2,536 ppm.

Hasil perhitungan keseluruhan untuk setiap kondisi dapat dilihat Gambar 8.



Gambar 7. Hubungan antara besarnya salinitas dan daya hantar listrik.



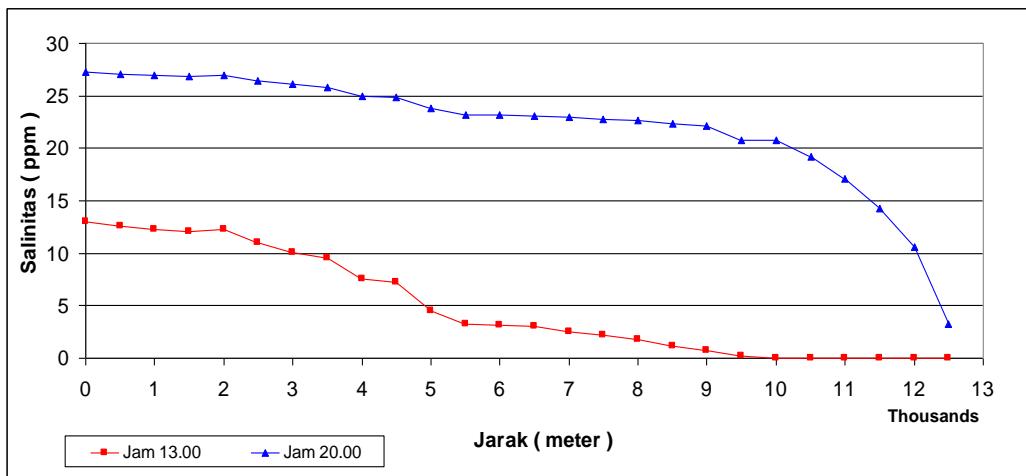
Gambar 8. Grafik Besar jangkauan salinitas saat debit besar (rencana)

### Debit Kecil (Musim Kemarau)

Analisa dilakukan saat debit adalan/Debit kecil menggunakan debit , sebesar  $0,81 \text{ m}^3/\text{dtk}$ . Lebar muka air 28 meter, panjang sungai 12,5 Km dengan kemiringan dasar saluran  $0,0009$ . Hasil perhitungan salinitas menunjukkan titik peralihan antara air asin dan air tawar terletak pada jarak 12,5 Km untuk

kondisi pasang dengan besarnya kandungan garam yang terdapat pada titik ini adalah sebesar 5,4921 ppm dan kandungan garam pada kondisi surut terletak pada jarak 10 Km dari muara dengan kandungan garam sebesar 0,0025.

Hasil perhitungan keseluruhan untuk setiap kondisi dapat dilihat Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Jangkauan Salinitas saat Debit kecil (kemarau)

## PERENCANAAN BANGUNAN PENANGGULANGAN INSTRUSI

Sebagai penanggulangan instrusi dapat berupa bangunan pelimpah seperti Bendung baik bendung gerak maupun bendung permanen. Disini digunakan bendung permanen sebab lokasi titik pencapai instrusi masih memungkinkan memakai bendung permanen. Adapun data Rencana Pelimpah yang ada dilapangan sbb:

Elevasi dasar sungai di hulu	= + 3,00 m
Elevasi puncak mercu	= + 6,00 m
Elevasi muka air di hulu	= +8,31 m
Debit rencana ( $Q_{25}$ )	= 300,893 $m^3/dtk$
Lebar sungai (B)	= 28,00 m
Lokasi dari muara	= 8,00 km

### Perhitungan Profil Muka Air

Perhitungan muka air dilakukan dengan metode tahapan langsung. Selanjutnya kita menghitung profil muka air mulai dari kedalaman yang sudah diketahui di

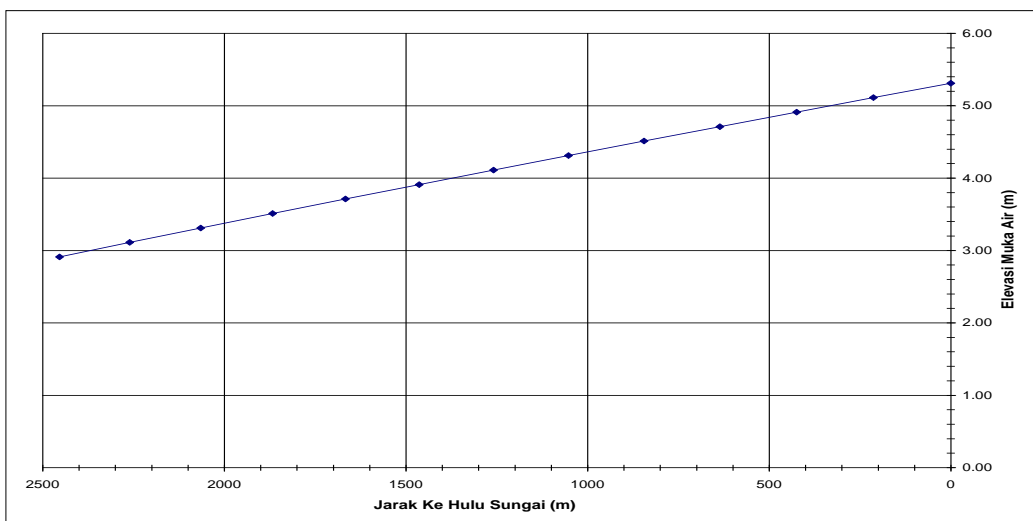
hulu titik kontrol,  $y = 5,31$  meter, kearah hulu. Hasil perhitungan lihat Gambar 10.

## PENUTUP

### Simpulan

Permasalahan intrusi air laut merupakan permasalahan yang tidak dapat dipandang sebelah mata. Fenomena ini terjadi di kawasan pantai atau pesisir.

Mengingat Indonesia merupakan daerah kepulauan dan dua per tiga dari wilayah Indonesia adalah air maka fenomena intrusi air laut ke darat ini dipastikan akan selalu menjadi suatu permasalahan yang harus dipecahkan. Bahaya dari intrusi air laut ini dapat menyebabkan keterbatasan ketersediaan air tawar di daerah pesisir pantai yang sangat dibutuhkan manusia. Baik kebutuhan air tawar sebagai air minum, mandi, mencuci dan lain sebagainya atau kebutuhan irigasi tambak atau irigasi persawahan.



Gambar 10. Grafik Profil muka air sungai dari bangunan pelimpah ke hulu

### ***Pendugaan Intrusi Air Laut di sungai Gangsa***

Dari analisa dengan berbagai kondisi diperoleh jarak pengaruh intrusi air laut. Pada saat debit besar ( $Q_{25}$ ) pengaruh intrusi berjarak 10,0 km dari muara dengan besar salinitas 1,0756 ppm. Sedangkan untuk saat surut terjadi, pengaruh intrusi berjarak 8,00 Km dari muara dengan besar salinitas 2,536 ppm. Jika terjadi debit kecil/musim kemarau maka pengaruh intrusi berjarak 12,5 Km dari muara untuk saat pasang dengan besar salinitas 5,4921 ppm. Sedangkan saat surut terjadi, pengaruh intrusi berjarak 10 Km dari muara dengan kandungan garam sebesar 0,0025 ppm.

Bangunan penanggulangan intrusi yang direncanakan adalah pelimpah dengan mercu Tinggi pelimpah sebesar 3,0 m dengan lebar 28,0 m.

### **Saran**

Guna mengatasi pengaruh intrusi ini banyak hal yang masih harus menjadi kajian penting. Perencanaan dan pemilihan alternatif konstruksi yang ditetapkan penulis hanya memandang dari lingkup aspek yang cukup kecil yang nantinya diharapkan akan mampu untuk menjadi acuan/ patron dalam perencanaan yang lebih komplit.

Dalam merencanakan suatu bangunan khususnya sungai, kita mengharapkan agar manfaat yang dihasilkan dari bangunan ini bagi masyarakat sekitar lokasi kajian akan lebih berarti. Tetapi biasanya ada efek positif dan efek negatif yang harus dihadapi akibat perencanaan ini. Efek negatifnya seperti pembebasan lahan sepanjang bantaran sungai yang nantinya akan menjadi genangan ketika muka air sungai

menjadi naik. Tetapi disamping hal tersebut banyak hal yang dapat diperoleh manfaatnya seperti ketersediaan air tawar untuk kebutuhan sehari-hari, mengurangi percepatan konsolidasi tanah di wilayah pesisir dan masih banyak manfaat yang dapat di peroleh dari perencanaan ini.

Perencanaan irigasi tambak juga dimungkinkan karena muka air sungai menjadi terkendali, pengaruh intrusi tidak dapat bergerak semakin menjauh ke hulu sehingga daerah air asin dapat dikendalikan. Dan akhirnya perencanaan ini diharapkan dapat mendukung berbagai kondisi dari berbagai aspek baik kebutuhan sehari-hari, sumber pendapatan ekonomi dan objek wisata bagi masyarakat.

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. \_\_\_\_\_, (1986). "*Buku Petunjuk Perencanaan Irigasi Bagian Penunjang untuk Standar Perencanaan Irigasi*", Desember.
2. \_\_\_\_\_, (1997). "*Irigasi dan Bangunan Air*", Gunadarma.
3. \_\_\_\_\_, (2002). "*Penelitian Kajian Sumber Air Bawah Permukaan Kota Tegal*", Lembaga Penelitian Pusat Studi Kebumian Undip.
4. \_\_\_\_\_, (1983). "*Pedoman Pembuatan Bendungan Pengendali Sedimen*", Depatemen Pekerjaan Umum.
5. \_\_\_\_\_, (1986). "*Standart Perencanaan Irigasi, Kriteria Perencanaan bagian Bangunan Utama KP-02*", Desember.
6. \_\_\_\_\_, (1986). "*Standart Perencanaan Irigasi, Kriteria*

- perencanaan bagian Bangunan KP-04”, Desember.
7. \_\_\_\_\_, (1986). “Standart Perencanaan Irigasi, Kriteria perencanaan Bangunan KP-06”, Desember.
  8. Artur, T Ippen, Phd, (1966). “*Estuary And Coastaline Hydrodinamic*”, McGraw-Hill Book Company. Inc.
  9. Bambang Triadmodjo, (1999). “*Teknik Pantai*”, Beta Offset.
  10. CD. Soemarto, (1987). “*Hidrologi Teknik*”, Usaha Nasional, Surabaya.
  11. Ersin Seyhan, (1977). “*Dasar-dasar Hidrologi*”, Gadjah Mada Univesity Press.
  12. G. H. Smith, (1986) *Probability And Statistics in Civil Engineering*, Departement Of Civil Engineering Heriot-Watt University,
  13. Imansubarkah, (1980). “*Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*”, Idea Dharma Bandung.
  14. Lulu Makrup, (2001). “*Dasar-dasar Analisis Aliran di Sungai dan Muara*”, Tim UII Press.
  15. M Yusuf Goyo dkk, (1985). “*Perbaikan dan Pengaturan Sungai*”, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
  16. Salamun, “*Diktat Hidraulika Pantai*”, Universitas Diponegoro
  17. Sri Sangkawati, “*Diktat Kuliah Bangunan Air I*”, Universitas Diponegoro
  18. Suripin, “*Diktat Kuliah Bangunan Air I*”, Universitas Diponegoro