



PEMERINTAH KOTA PEKALONGAN
**BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN, PENELITIAN
DAN PENGEMBANGAN DAERAH**

Jl. Sriwijaya No.44 Pekalongan – Kota Pekalongan 51111 Telp: (0285) 423223
Email: bappeda@pekalongankota.go.id

LAPORAN AKHIR



PEKERJAAN :
Kajian Muara Sungai Pekalongan

Tahun 2018



PT. INDOTAMA MAHESA KARYA

Jl. Mulia Depan I No. 03, Sendang Mulyo, Klipang, Tembalang - Semarang
Telp./Fax : (024) 767 41162, E-mail : ptindomakarya@yahoo.com

Kata Pengantar

Alhamdulillah Robbil 'alamin kami panjatkan ke hadirat Allah Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan Hidayah-Nya, Laporan Akhir untuk pekerjaan "Kajian Muara Sungai Pekalongan" telah selesai disusun.

Laporan ini merupakan tahapan hasil dari keseluruhan analisa yang telah dibuat, dalam pelaksanaan pekerjaan "Kajian Muara Sungai Pekalongan".

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kota Pekalongan yang telah memberi kepercayaan kepada PT. Indotama Mahesa Karya untuk melaksanakan Pekerjaan "Kajian Muara Sungai Pekalongan" dan semua pihak yang telah membantu memberikan informasi dalam penyusunan laporan ini. Masukan dan saran kami butuhkan dalam penyempurnaan laporan.

Semarang, Oktober 2018

PT. INDOTAMA MAHESA KARYA

Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
1. PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Maksud, Tujuan dan Sasaran	1-2
1.3 Lokasi Kegiatan	1-2
1.4 Keluaran Yang Dihasilkan	1-2
2. TINJAUAN UMUM LOKASI PEKERJAAN	2-1
2.1. Kota Pekalongan.....	2-1
2.2. Kecamatan Pekalongan Utara.....	2-5
2.3. Kondisi Eksisting Pelabuhan	2-8
2.3.1. Alur Pelayaran	2-12
2.3.2. Dermaga	2-13
2.3.3. Breakwater	2-14
2.4. Aspek Perikanan dan Sosial Ekonomi Nelayan.....	2-15
2.4.1. Aspek Perikanan	2-15
2.4.2. Aspek Sosial Ekonomi Nelayan.....	2-18
2.5. Kondisi Eksisting Sungai Pekalongan	2-20
2.5.1. Daerah Aliran Sungai Kupang (DAS Kupang).....	2-20
2.5.2. Muara Sungai Pekalongan	2-22
3. METODOLOGI.....	3-1
3.1. Bagan Alir Pekerjaan	3-2
3.2. Tahapan Persiapan	3-2
3.2.1. Pengumpulan Data Sekunder	3-3
3.2.2. Tinjauan Awal dan Identifikasi Lokasi	3-3
3.3. Survey Hidro-Oceanografi dan Bathimetri	3-4
3.3.1. Survey Hidro-Oceanografi	3-4

3.3.2. Survey Bathimetri (<i>Echosounding</i>)	3-6
3.4. Kompilasi dan Analisa Data	3-14
3.4.1. Analisis Hidrolika Muka Air	3-14
3.4.2. Perhitungan Laju Angkutan Sedimen di Sungai	3-15
3.4.3. Peninjauan Gejala-Gejala Pantai.....	3-15
4. SURVEY BATHIMETRI DAN HIDRO-OCEANOGRAPHI	4-1
4.1. Survey Bathimetri	4-1
4.1.1. Penentuan Jalur Sounding	4-3
4.1.2. Penentuan Posisi Perum	4-4
4.1.3. Pengukuran Kedalaman	4-5
4.1.4. Pengolahan Data Bathimetri.....	4-8
4.2. Hidro-Oceanografi	4-11
4.2.1. Pasang Surut.....	4-11
4.2.2. Peramalan Gelombang.....	4-16
4.2.3. Pemodelan Transformasi Gelombang dengan Modul CGWAVE	4-23
5. KAJIAN MUARA SUNGAI PEKALONGAN	5-1
5.1. Identifikasi Permasalahan Muara Sungai Pekalongan.....	5-1
5.2. Aspek Teknis	5-2
5.2.1. Hidrologi	5-2
5.2.2. Hidrolika Sungai Pekalongan.....	5-3
5.2.3. Pemodelan Arus Sungai Pekalongan Kondisi Eksisting Dengan Modul RMA2	5-4
5.2.4. Sedimentasi.....	5-11
5.3. Aspek Tata Ruang	5-16
5.4. Aspek Sosial Budaya	5-18
5.5. Aspek Lingkungan.....	5-20
6. USULAN PENANGANAN	6-1
6.1. Usulan Penanganan.....	6-1
6.1.1. Pengerukan Secara Berkala.....	6-2
6.1.2. Suplesi dari Hulu Sungai Bremsi	6-2
6.1.3. Modifikasi Breakwater/Jetty Eksisting	6-2

6.1.4. Realisasi Pelabuhan <i>On Shore</i>	6-5
6.1.5. Sandtrap dan Trasrack Pada Saluran dan Anak Sungai.....	6-5
6.1.6. Kolam Tambat Perahu Nelayan.....	6-6
6.1.7. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.....	6-6
7. PENUTUP	7-1
7.1. Kesimpulan	7-1
7.2. Rekomendasi.....	7-2

1. Pendahuluan

1.1 LATAR BELAKANG

Muara Sungai Pekalongan merupakan salah satu muara sungai yang ada di kota Pekalongan. Muara sungai ini dimanfaatkan sebagai lalu lintas kapal (alur pelayaran). Untuk itu dibangunlah bangunan pantai (*jetty*) di kedua sisi muara sungai yang berguna untuk menahan sedimen yang bergerak masuk di sepanjang pantai dan mengendap di muara Sungai Pekalongan.

Permasalahan yang terjadi di muara Sungai Pekalongan pada saat ini berupa pendangkalan/sedimentasi sungai yang berasal dari hulu DAS dan dari laut. Sedimentasi tersebut menyebabkan terganggunya kapal-kapal ikan yang memanfaatkan muara sungai sebagai alur keluar masuk pelabuhan perikanan/TPI. sedimen yang berasal dari DAS Pekalongan akan terbawa di sepanjang aliran sungai yang mempengaruhi sedimentasi di sepanjang sungai yang dapat menyebabkan naiknya dasar sungai maupun muara Sungai Pekalongan.

Permasalahan lain di muara Sungai Pekalongan yaitu dibuatnya sudetan (*flood way*) pada tahun 2003 yang menghubungkan Sungai Kipang dan Sungai Banger. Dengan adanya penyudetan ini diharapkan pada saat terjadi debit puncak tahunan, debit Sungai Kupang tidak melimpas sehingga daerah di sekitar Sungai Pekalongan akan aman dari banjir. Namun demikian, beberapa pihak menyebutkan bahwa sudetan mengakibatkan penggelontoran Sungai Pekalongan menjadi berkurang sehingga sedimen tidak bias terbuang ke laut.

Berangkat dari permasalahan tersebut maka pemerintah Kota Pekalongan melalui BAPPEDA di tahun anggaran 2018 memunculkan kegiatan pekerjaan Kajian Muara Sungai Pekalongan.

1.2 MAKSUD, TUJUAN DAN SASARAN

Maksud dari kegiatan ini adalah untuk mempermudah Pemerintah dan Instansi terkait dalam perencanaan pengembangan dan pembangunan di sekitar Sungai Pekalongan.

Sedangkan tujuann dari kegiatan ini adalah

1. Untuk mengetahui tentang kondisi sungai dan oceanografi utamanya berupa sebaran sedimen dasar dan kondisi arus yang mengakibatkan sedimentasi di muara Sungai Pekalongan.
2. Untuk mendapatkan simulasi/pemodelan analisis kondisi perkembangan sedimentasi dan pola arus di muara Sungai Pekalongan dan upaya pengurangan laju sedimentasi.
3. Untuk mendapatkan rekomendasi alternative perencanaan teknis muara Sungai Pekalongan.

Sasaran yang ingin dicapai adalah tersusunnya Dokumen Kajian Muara Sungai Pekalongan.

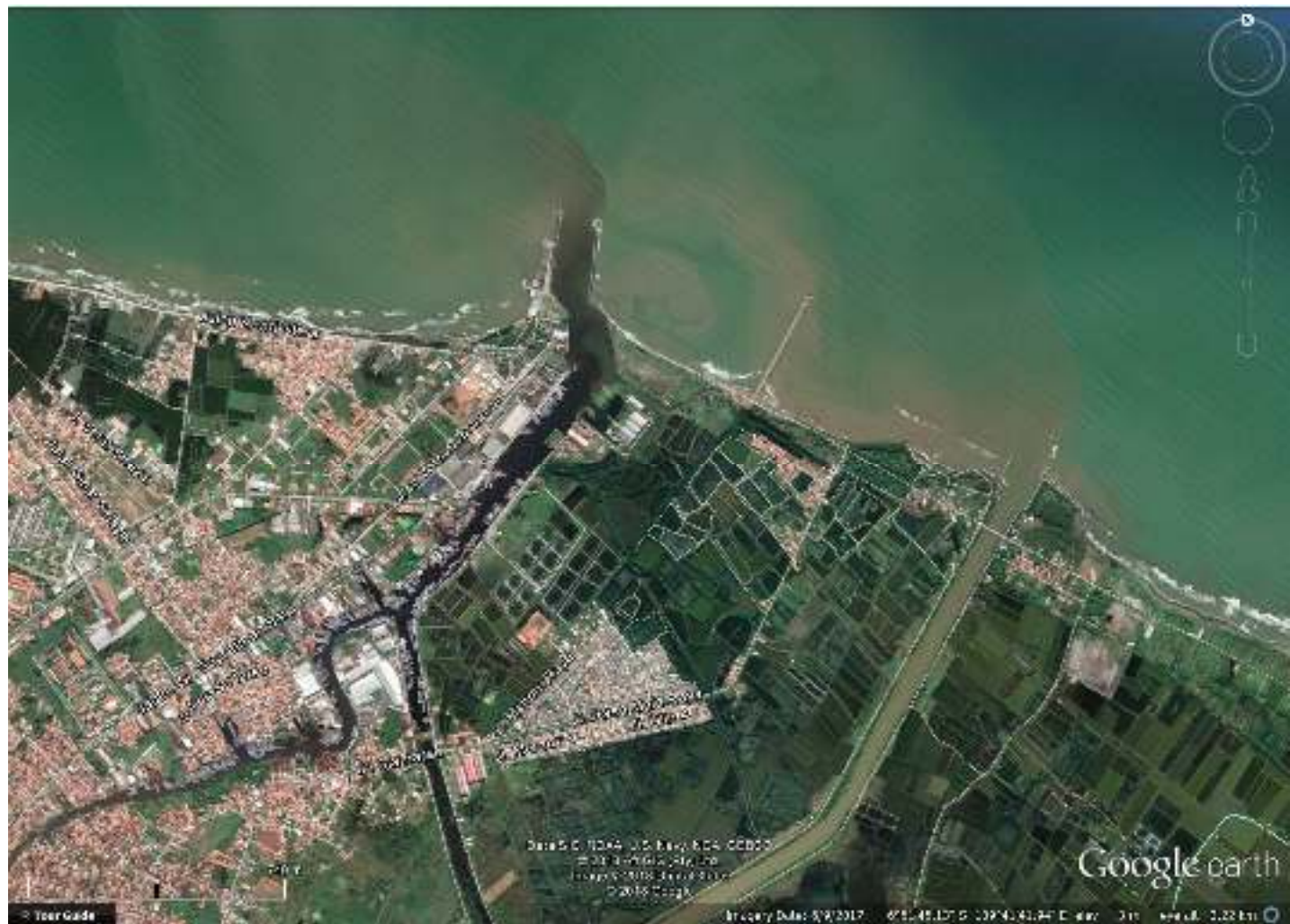
1.3 LOKASI KEGIATAN

Lokasi kajian adalah Muara Sungai Kupang di Kota Pekalongan.

1.4 KELUARAN YANG DIHASILKAN

Keluaran yang akan dihasilkan dalam kegiatan ini adalah:

- 1). Dokumen Kajian Muara Sungai Pekalongan
- 2). Rekomendasi teknis pengelolaan dan pengembangan muara Sungai Pekalongan.



Gambar 1.1 Lokasi Kegiatan

2. Tinjauan Umum Lokasi Pekerjaan

2.1 KOTA PEKALONGAN

Wilayah kota Pekalongan meliputi 4 (empat) kecamatan, yaitu Kecamatan Pekalongan Utara, Kecamatan Pekalongan Timur, Kecamatan Pekalongan Selatan dan Kecamatan Pekalongan Barat. Wilayah Kota Pekalongan berbatasan dengan :

Sebelah utara : Laut Jawa
Sebelah timur : Wilayah Kabupaten Batang
Sebelah selatan : Wilayah Kabupaten Pekalongan
Sebelah barat : Wilayah Kabupaten Pekalongan.

Tabel 2.1 Luas Wilayah Menurut Kecamatan di Kota Pekalongan

Kecamatan	Luas (Km ²)	Presentase (%)
Pekalongan Barat	10.05	22.20
Pekalongan Timur	9.52	21.04
Pekalongan Selatan	10.80	23.87
Pekalongan utara	14.88	32.89
Kota Pekalongan	45.25	100

(Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka 2017)

Secara topografis wilayah Kota Pekalongan berada di dataran rendah yang mempunyai kemiringan permukaan tanah dari wilayah bagian selatan ke wilayah bagian utara sangat kecil dan cenderung datar, bahkan di wilayah bagian utara sebagian besar permukaan tanahnya lebih rendah dari permukaan air laut sehingga di wilayah bagian utara air sulit untuk bisa mengalir ke laut bahkan sebagian besar selalu tergenang air dari laut (rob) apalagi bila terjadi pasang naik permukaan air laut.

Wilayah Kota Pekalongan secara hidrologis merupakan daerah limpahan air hujan dari wilayah Kabupaten Pekalongan yang berada di sebelah selatannya karena topografi wilayah Kabupaten Pekalongan yang berada di sebelah selatan Kota Pekalongan merupakan daerah pebukitan.

Tabel 2.2 Jumlah Curah Hujan dan hari Hujan Menurut Bulan di Kota Pekalongan Tahun 2016

BULAN	CURAH HUJAN	HARI HUJAN
Januari	281	12
Pebruari	457	22
Maret	126	9
April	262	12
Mei	66	6
Juni	49	7
Juli	133	14
Agustus	138	7
September	286	15
Oktober	188	10
Nopember	152	8
Desember	339	18
Jumlah	2477	140
2015	2139	100
2014	3461	127
2013	2208	131
2012	1554	95

(Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka 2017)

Pertumbuhan penduduk di Kota Pekalongan dari waktu ke waktu semakin meningkat baik pertumbuhan alami maupun adanya urbanisasi. Jumlah penduduk Kota Pekalongan pada tahun 2016 adalah 299222 jiwa, dengan kepadatan penduduk 6613 jiwa/km².

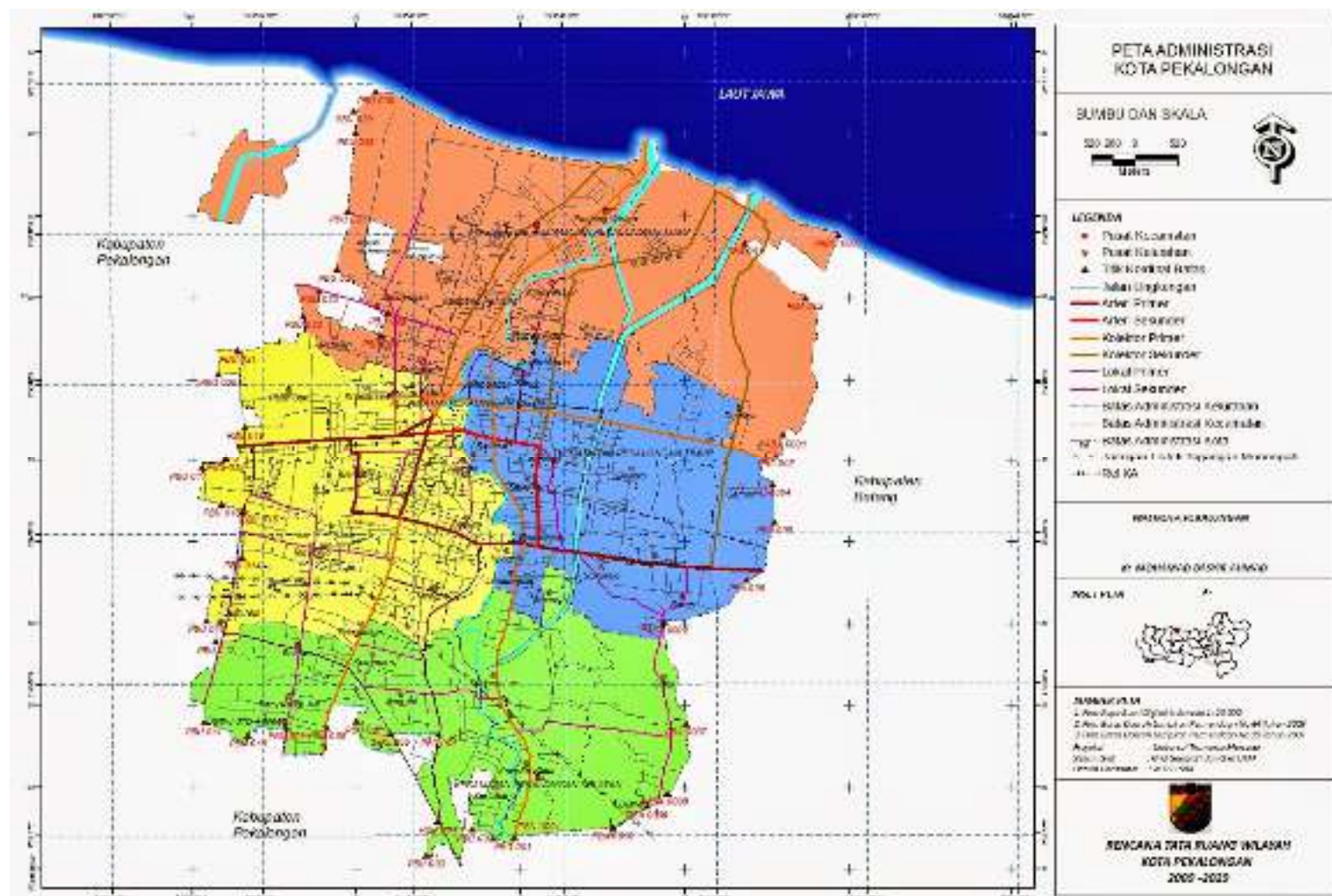
Tabel 2.3 Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut
Kecamatan di Kota Pekalongan

KABUPATEN/KOTA	JUMLAH PENDUDUK			LAJU PERTUMBUHAN PENDUDUK
	2010	2015	2016	2015-2016
Pekalongan Barat	88906	92774	93519	0.80
Pekalongan Timur	62720	64608	64958	0.54
Pekalongan Selatan	55208	59587	60473	1.49
Pekalongan Utara	75184	79435	80272	1.05
Kota Pekalongan	282018	296404	299222	0.95

(Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka 2017)

Hal ini menyebabkan kebutuhan pemukiman khususnya dan kebutuhan lain seperti infrastruktur kota juga meningkat. Perkembangan sektor ekonomi juga semakin berkembang dan perkembangan di sektor-sektor lainnya yang menuntut adanya penambahan dan perbaikan infrastruktur kota khususnya lingkungan yang sehat dan nyaman.

Perkembangan tata guna lahan di wilayah Kota Pekalongan juga berkembang dengan pesat, perubahan tata guna lahan yang dahulunya berupa tambak dan sawah sudah banyak yang berubah menjadi perumahan, perkantoran, sekolah, industri dan lain-lain. Hal ini menyebabkan lahan yang dulunya dapat menampung limbah air sekarang sudah tidak dapat lagi sehingga air mengalir ke lokasi lain, utamanya mengoptimalkan sungai yang ada, sehingga beberapa buangan dari aktifitas masyarakat sekitar hulu sampai hilir sungai masuk ke perairan sungai serta dampak dari erosi sungai itu sendiri menjadikan beban sungai semakin berat. Termasuk diantara sungai-sungai yang ada di Kota Pekalongan adalah Sungai Pekalongan dan Sungai Sibulanan. Dimana kedua sungai tersebut hilirnya menjadi alur Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan. Permasalahan yang terjadi sekarang adalah terjadi sedimentasi di alur Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan yang segera memerlukan penanganan yang serius. Sehingga aktivitas armada perikanan pelabuhan perikanan yang melalui alur tersebut tidak terhambat operasionalnya.



2.2 KECAMATAN PEKALONGAN UTARA

Kecamatan Pekalongan Utara terletak di bagian utara Kota Pekalongan dengan koordinat 109° – 110° BT dan 6° – 7° LS.

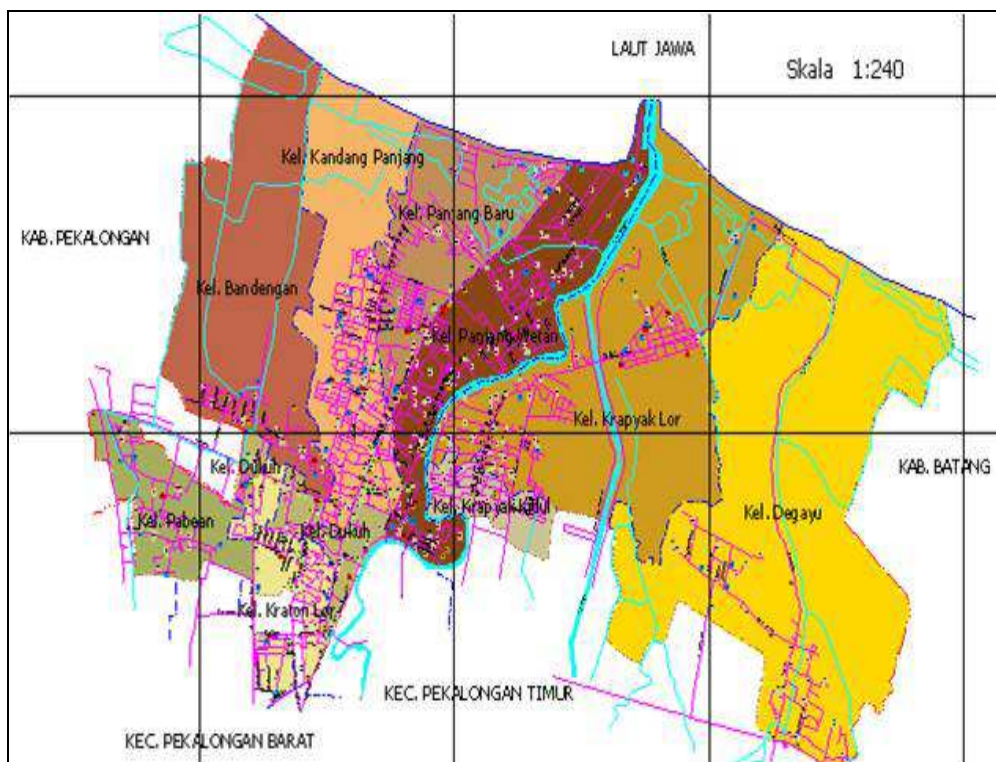
Batas wilayah kecamatan Pekalongan Utara adalah sebagai berikut:

Sebelah Utara : Laut Jawa

Sebelah Timur : Kec. Pekalongan Timur dan Kab. Batang

Sebelah Selatan : Kec. Pekalongan Selatan

Sebelah Barat : Kec. Pekalongan Barat dan Kab. Pekalongan



Gambar 2.2 Peta Administrasi Kecamatan Pekaongan Utara

Tabel 2.4 Luas Wilayah Menurut Kelurahan di Kecamatan Pekalongan Utara

NO	KELURAHAN	LUAS WILAYAH (Km ²)
1.	Bandengan	206.25
2.	Kandang Panjang	173.54
3.	Panjang Wetan	152.18
4.	Degayu	320.22
5.	Panjang Baru	101.45

NO	KELURAHAN	LUAS WILAYAH (Km ²)
6.	Krapyak	350.84
7.	Padukuhan Kraton	183.52
Luas Kecamatan		1488

(Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka 2017)

Tabel 2.5 Jumlah Penduduk Menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin
Di Kecamatan Pekalongan Utara Tahun 2016

KELOMPOK UMUR	LAKI-LAKI	PEREMPUAN	JUMLAH
0-4	3451	3235	6686
5-9	3598	3462	7060
10-14	3406	3312	6718
15-19	3673	3699	7372
20-24	4091	3631	7722
25-29	3329	3179	6508
30-34	3133	3330	6463
35-39	2901	3042	5943
40-44	2720	2834	5554
45-49	2621	2830	5451
50-54	2350	2464	4814
55-59	1923	1904	3827
60-64	1184	1216	2400
65-69	733	839	1572
70-74	420	622	1042
75+	422	718	1140
Jumlah	39955	40317	80272
Tahun 2015	39561	39909	79470
Tahun 2014	39139	39492	78631
Tahun 2013	38723	39068	77791

(Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka 2017)

Tabel 2.6 Jumlah dan Kepadatan Penduduk di Kecamatan Pekalongan Utara
Tahun 2016

Kelurahan	Luas Daerah (Km ²)	Penduduk			Kepadatan Penduduk per Km ²
		L	P	Jumlah	
Bandengan	2.21	3117	3043	6160	2787
Kandang Panjang	1.51	6480	6713	13193	8737
Panjang Wetan	1.41	4869	4490	9359	6638
Degayu	3.37	3690	3748	7438	2207
Panjang Baru	0.94	5396	5593	10989	11690
Krapyak	3.79	10189	10206	20395	5381
Padukuhan Kraton	1.65	6214	6524	12738	7720
Jumlah	14.88	39955	40317	80272	
2015	14.88	39561	39909	79470	5341
2014	14.88	39139	39492	78631	5284
2013	14.88	38723	39068	77791	5228

(Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka 2017)

Tabel 2.7 Banyaknya Perusahaan/Usaha dan Tenaga Kerja di Kecamatan
Pekalongan Utara Tahun 2016

Kelurahan	Industri Besar Sedang			Industri Kecil		
	Usaha	Tenaga Kerja	Rata-rata TK	Usaha	Tenaga Kerja	Rata-rata TK
Bandengan	-	-	-	11	112	10
Kandang Panjang	3	68	29	17	187	11
Panjang Wetan	21	686	31	80	826	10
Degayu	-	-	-	43	426	10
Panjang Baru	6	130	15	37	383	10
Krapyak	6	195	33	37	417	11
Padukuhan	15	413	28	62	776	13

Kelurahan	Industri Besar Sedang			Industri Kecil		
	Usaha	Tenaga Kerja	Rata-rata TK	Usaha	Tenaga Kerja	Rata-rata TK
Kraton						
Jumlah	56	1529	19	287	3127	11
2015	56	1518	27	287	3127	11
2014	30	1324	44	154	2728	18
2013	26	1493	57	133	2582	19

(Sumber: Kota Pekalongan Dalam Angka 2017)

2.3 KONDISI EKSISTING PELABUHAN

Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan semula merupakan pelabuhan umum yang pengelolaannya di bawah Departemen Perhubungan, karena potensi pada saat itu pemanfaatannya banyak dipergunakan oleh kapal perikanan, maka semenjak Desember 1974 pengelolaan dan assetnya diserahkan kepada Unit Pelaksana Teknis dari Departemen Perikanan yang berada di bawah dan bertanggung jawab kepada Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap dengan diubah statusnya menjadi Pelabuhan Khusus Perikanan.

Adanya PP No 2 tahun 1990 tentang Perum Prasarana Perikanan Samudra, dimana tugas dan wewenangnya adalah menyelenggarakan pengurusan dan perusahaan pelabuhan perikanan. Dengan adanya Perum ini (PPPS), maka sebagian aset (fasilitas) komersial PPN Pekalongan diserahkan kepada Perum PPS Cabang Pekalongan dengan berita acara serah terima asset No. PL – 430/ 5 – 47241/ 92k tanggal 15 September 1992.

Terhitung tanggal 1 Mei 2001 PPN Pekalongan merupakan UPT Departemen Kelautan dan Perikanan di bidang Prasarana Pelabuhan Perikanan yang berada dan bertanggung jawab kepada Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap.

Bangunan pelabuhan Pekalongan pertama kali masih merupakan bangunan pemecah gelombang dan tempat pendaratan ikan yang masih sangat sederhana namun seiring dengan semakin kompleksnya kegiatan yang

dilakukan di pelabuhan tersebut, maka pemerintah secara bertahap membangun fasilitas- fasilitas lain sampai tahun 1984, mulai tahun 1987 diadakan rehabilitasi dan perluasan yang sebagian besar dibiayai oleh bantuan ADB- Loan No 693- ind dan sebagian kecil dari APBN.

Kawasan PPN Pekalongan pada dasarnya terdiri dari 2 bagian yaitu : sebelah barat sungai Pekalongan seluas 5,6 Ha dan sebelah timur sungai Pekalongan seluas 31 Ha, pada saat ini fasilitas dan kegiatan pelabuhan berada di kawasan sebelah barat sungai yang kurang memungkinkan untuk dikembangkan lagi, sedangkan lokasi sebelah timur sungai Pekalongan seluas 31 Ha sebagian belum dimanfaatkan secara optimal.

Kawasan sebelah timur sungai direncanakan sebagai kawasan industri perikanan yang dapat menunjang kegiatan yang sudah ada. Namun pada saat ini daerah tersebut sebagian sudah dibangun oleh investor untuk kegiatan docking kapal dan sebagian masih merupakan tanah kosong, rawa-rawa dan tambak. Dimana saat ini lahan tersebut dikelola oleh Perum Prasarana Perikanan Samudera (PPPS).

Kondisi fasilitas-fasilitas yang ada saat ini di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan (PPNP) dapat dilihat dalam tabel 2.8 sampai 2.10 :

Tabel 2.8 Fasilitas Pokok Pelabuhan

No	Jenis Fasilitas	Keterangan
1.	Penahan Gelombang (<i>Break Water</i>) sebelah Timur	ada : 275 m
2.	Penahan Gelombang (<i>Break Water</i>) sebelah Barat	ada : 320 m
3.	Dermaga (<i>Quay</i>) sebelah Barat	ada : 345 m
4.	Dermaga (<i>Quay</i>) sebelah Timur	ada : 220 m
5.	Alur Pelayaran	ada
6.	Sarana Navigasi	ada

Tabel 2.9 Fasilitas Fungsional Pelabuhan (Functional Facilities)

No	Jenis Fasilitas	Keterangan
1.	Perbengkelan	Ada
2.	<i>Slip Way (Docking)</i>	ada
3.	Tempat Perbaikan/Penjemuran jaring	Ada
4.	Tempat Parkir	Ada : 1415 m ²
5.	Menara Air Bersih dan Jaringan Instalasi air	Ada

No	Jenis Fasilitas	Keterangan
6.	Tempat Pelelangan Ikan (TPI) sebelah Selatan	Ada : 1.930 m ²
7.	Tempat Pelelangan Ikan (TPI) sebelah Utara	Ada : 3.704 m ²
8.	Tempat Peristirahatan Nelayan	Ada : 131 m ²
9.	Pasar Pengecer Ikan	Tidak ada
10.	Rumah Genset dan Genset	Ada : 1 unit
11.	Kantor Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan	Ada : 376 m ²
12.	Balai Pertemuan PPNP	Ada : 214 m ²
13.	Kantor Perum Prasarana Perikanan Samudera Cabang Pekalongan	Ada : 1 unit
14.	Unit Pengolah Limbah	Ada : 2 unit
15.	Pagar Keliling Sepanjang	Ada : 600 m ²
16.	Pos Pemeriksaan Terpadu	Ada
17.	Gudang Perlengkapan	Ada : 180 m ²
18.	Bangunan Penyaluran BBM	Ada : 342.73 m ²
19.	Drainase	Ada : 1000 m ²
20.	Pos Keamanan	Ada : 18 m ²
21.	Jalan Kompleks Pelabuhan	Ada : 1.150 m ²

Tabel 2.10 Fasilitas Penunjang Pelabuhan (Supporting Facilities)

No	Jenis Fasilitas	Ukuran
1.	Waserda	Ada : 120 m ²
2.	Rumah Dinas	Ada : 60 m ²
3.	Ruang Informasi	Ada : 1 unit
4.	Kawasan Wisata Bahari	Ada : 2 kawasan

(Sumber : PPN Pekalongan)



Gambar 2.3 Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pekalongan



Gambar 2.4 Gedung TPI dan Kolam Pelabuhan PPN Pekalongan



Gambar 2.5 Bengkel (*Docking*) Kapal PPN Pekalongan



Gambar 2.6 Komplek Perkantoran PPN Pekalongan

2.3.1. Alur Pelayaran

Alur pelayaran diwilayah perencanaan berhadapan langsung dengan laut, sehingga memungkinkan terpengaruh oleh sedimen yang berasal dari laut maupun dari sungai Pekalongan. Alur pelayaran digunakan untuk mengarahkan kapal yang akan masuk ataupun keluar pelabuhan. Penentuan dimensi (lebar dan kedalaman) alur pelayaran terutama dipengaruhi oleh:

- ❖ Karakteristik kapal yang akan berlabuh di pelabuhan
- ❖ Kondisi pasang surut, angin dan gelombang yang terjadi

Faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan alur pelayaran adalah:

- Kemudahan trafik kapal
- Keadaan geografi dan meteorologi daerah alur
- Keadaan kedalaman perairan (bathimetri) laut.
- Koordinasi dengan fasilitas lain



Gambar 2.7 Alur Pelayaran Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pekalongan

2.3.2. Dermaga

Dermaga PPN Pekalongan secara umum masih dalam kondisi baik dan berfungsi optimal baik untuk dermaga sisi timur maupun dermaga sisi barat.



Gambar 2.8 Dermaga Sisi Barat dan Timur (PPN) Pekalongan



Gambar 2.9 Dermaga sisi Barat (PPN) Pekalongan

2.3.3. Breakwater

Breakwater PPN Pekalongan menghadap ke arah utara. Fungsi breakwater itu sendiri adalah yang pertama untuk meredam energi gelombang pada alur pelayaran dan mencegah transport sedimen sepanjang pantai (*longshore transport*) agar tidak masuk ke dalam alur pelayaran.



Gambar 2.10 Breakwater Sisi Timur PPN Pekalongan



Gambar 2.11 Breakwater Sisi Barat PPN Pekalongan

2.4 ASPEK PERIKANAN DAN SOSIAL EKONOMI NELAYAN

2.4.1. Aspek Perikanan

Jenis armada kapal menurut alat tangkap yang melakukan aktifitas di PPN

Pekalongan diantaranya adalah :

- Purse Seine
- Gill Net
- Long Line
- Lainnya

Selama kurun waktu 5 tahun terakhir (tahun 2002 – 2017) ini dilihat dari ukuran kapal atau jenis kapal yang merapat di PPN Pekalongan mengalami beberapa perubahan, lebih jelasnya terlihat dalam tabel 2.11 dibawah ini :

Tabel 2.11 Jumlah Kapal Perikanan Menurut Jenis Alat Tangkap di PPNP
Tahun 2002 - 2017

No	Tahun	Jumlah Total	<i>Purse Seine</i>	<i>Gill Net</i>	<i>Long Line</i>	Lainnya
1	2002	735	467	60	137	71
2	2003	751	484	84	126	57
3	2004	721	482	135	11	93
4	2005	568	357	96	65	50
5	2006	444	243	137	26	38
6	2007	425	235	180	10	-
7	2008	608	170	328	110	-
8	2009	871	146	609	116	-
9	2010	665	149	429	87	-
10	2011	491	136	296	59	-
11	2012	465	119	291	55	-
12	2013	376	116	200	60	-
13	2014	339	116	148	50	25
14	2015	434	198	146	25	65
15	2016	302	133	111	47	11
16	2017	410	84	91	71	164

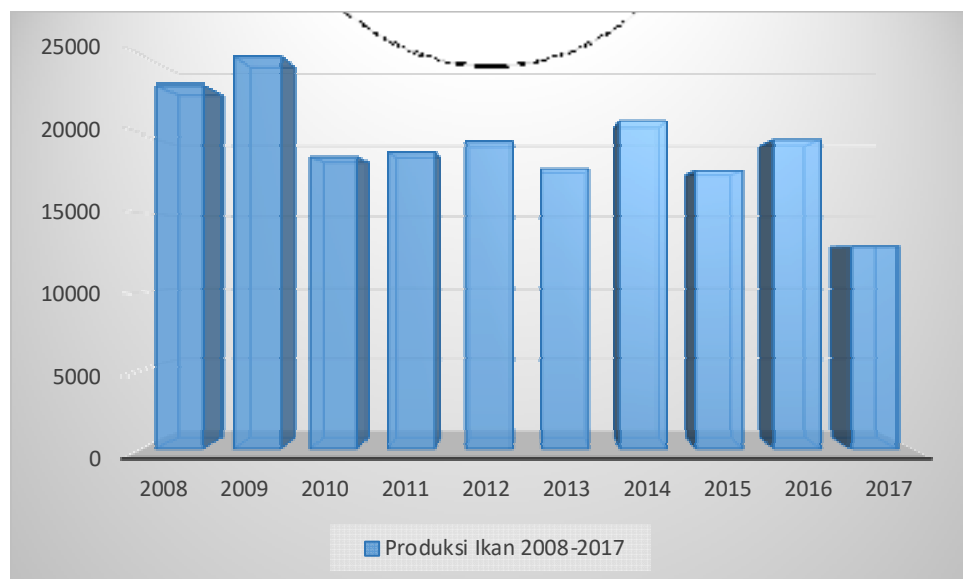
(Sumber : Data Tahunan PPNP Tahun 2018)

Sedangkan untuk jumlah produksi pada tahun 2008-2017 tertera dalam tabel 2.9 dibawah ini :

Tabel 2.12 Produksi dan Nilai Produksi Ikan di PPNP 2008 – 2017

Bulan	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	1645	1401	1773	1049	962	527	665	1249.32	2500.42	1291.73
Pebruari	693	1189	1755	710	2032	1478	692	879.14	1303.57	802.46
Maret	2201	2457	1604	1021	1233	1865	1357	1378.28	1582.85	1274.86
April	1539	1940	2280	1119	1768	1868	1746	1349.27	2052.94	1729.56
Mei	1638	1989	1745	1200	1121	1346	2201	1380.59	1500.06	1087.13
Juni	1619	1456	1357	1509	1111	2071	2852	1335.97	1643.52	1108.4
Juli	2008	1199	1177	1396	1183	1167	1609	1195.20	724.25	751.08
Agustus	2276	1795	1214	1588	828	566	788	635.60	220.57	563.07
September	2709	2324	927	1443	1757	900	1365	995.63	1032.67	628.68
Oktober	1587	2953	1724	2678	2013	1763	2922	2263.42	3452.47	1109.99
Nopember	2591	2967	1528	3021	2839	2425	2280	2232.92	2063.56	1363.89
Desember	2603	3227	1440	2096	2732	1776	2313	2702.60	1607.88	1137.08
Jumlah	23109	24897	18524	18830	19579	17752	20790	17597.94	19684.76	12847.93

(Sumber : Data Tahunan PPNP Tahun 2007)



Gambar 2.12 Produksi Ikan di PPNP Tahun 2007-2018

Dari data tabel diatas dapat diketahui terjadinya penurunan produksi saat ini karena ada beberapa permasalahan yaitu : fasilitas dasar yaitu pendangkalan alur pelayaran yang menyebabkan kapal sulit masuk ke kawasan pelabuhan dan tambat labuh yang terlalu padat, dimana kapal milik nelayan setempat banyak yang ditempatkan di sepanjang wilayah ini. Pendangkalan alur pelayaran di PPNP berkisar antara 60- 70 cm / tahun

Apabila terjadi pendangkalan biasanya pihak PPNP selalu melakukan pengerukan sehingga kapal- kapal ikan dengan draft tinggi dapat tetap masuk di PPNP.

Selain itu adanya kapal- kapal yang biasa mendaratkan hasil tangkapannya di PPNP namun dengan semakin banyaknya PPP/ PPI di wilayah pantura seperti Klidang Lor di Batang, PPI Bajo Mulyo di Juwana, dan PPI Pelabuhan Tegal menyebabkan penurunan juga jumlah produksi ikan di PPNP.

Adapun jenis ikan segar yang dipasarkan antara lain tongkol, tenggiri, cumi- cumi, bawal dan kakap merah, untuk ikan pindang ; ikan jenis layang, kembung, banyar, juwi dan untuk ikan asin ; layang, layur, juwi dan kembung serta jenis ikan panggang yaitu tongkol, manyung, dan cucut.

2.4.2. Aspek Sosial Ekonomi Nelayan

Dalam kurun waktu 7 tahun terakhir jumlah nelayan yang melakukan aktifitas penangkapan ikan masih menggunakan PPNP sebagai fishing base- nya , walaupun cenderung mengalami penurunan dengan penurunan rata- rata 20 % per tahun.

Walaupun mengalami penurunan jumlah nelayan, sampai saat ini masih menjadi pelabuhan yang dituju oleh nelayan untuk mendaratkan dan melelangkan ikan hasil tangkapannya. Pada umumnya nelayan tersebut banyak yang berasal dari luar Pekalongan seperti dari Jawa Timur, Pemalang, Kendal dan lain- lain.

Domisili nelayan pada umumnya di desa Krapyak Lor dan Panjang Wetan, Kecamatan Pekalongan Utara dimana nelayan tersebut mengoperasikan alat tangkap gill net dan lampara dasar (cantrang). Sedangkan nelayan purse seine umumnya berasal dari Wonokerto, Kedungwuni, Batang, Kendal.

Kenaikan jumlah nelayan seiring pula dengan kenaikan jumlah pedagang ikan di PPNP, pedagang ikan di PPNP umumnya terbagi menjadi 3 kategori yaitu pedagang besar, pedagang menengah dan pedagang eceran. Pedagang besar adalah pedagang yang mengikuti lelang ikan hasil tangkapan dari kapal purse seine dimana mereka memiliki modal kira- kira > 25 juta sedang untuk pedagang menengah yaitu pedagang yang mengikuti lelang dari ikan hasil tangkapan jenis kapal sopek seperti gill net dan biasanya mereka memiliki

modal 5 – 25 juta. Dan pedagang eceran merupakan pedagang yang mendiami areal pasar eceran ikan dan mereka biasanya membeli ikan dari pedagang menengah dan biasanya bermodal < 5 juta.

Pedagang ikan di PPNP sebagian besar berasal dari kawasan pelabuhan yaitu Kelurahan Krapyak Lor dan Kidul, dan tak jarang yang berasal dari kota-kota tetangga seperti Batang, Kendal maupun Tegal.

Berikut tabel 2.13 berisi jumlah nelayan, pedagang dan pekerja di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan :

Tabel 2.13 Jumlah Nelayan, Pedagang/ Pengolah Ikan dan Pekerja lainnya di PPNP 2002 - 2007

No	Tahun	Jumlah	Nelayan	Pedagang / Pengolah	Pekerja Lainnya
1	2002	22594	18255	406	3933
2	2003	23777	19005	446	4326
3	2004	23820	19235	499	4086
4	2005	18701	14120	447	4134
5	2006	14500	10400	379	3721
6	2007	13323	9835	368	3120
7	2008	18789	15825	312	2652

(Sumber : Berbagai Sumber)

Kegiatan pengolahan ikan tidak hanya diusahakan oleh penduduk sekitar PPNP saja, namun kegiatan ini juga banyak dilakukan oleh para pengolah yang berdomisili di kota-kota sekitar Pekalongan seperti Batang, Pemalang dan Tegal dimana mereka memperoleh bahan bakunya dari hasil pelelangan di TPI PPNP.

Pengolahan ikan yang diusahakan masih bersifat tradisional baik itu ikan segar maupun ikan asin, dikarenakan ikan yang dilelang di PPNP ada dua jenis : ikan segar dan ikan asin. Ikan segar diperoleh pada waktu penangkapan yang terakhir sebelum ikan didaratkan, sedangkan ikan asin merupakan ikan segar yang ditangkap pada awal operasi penangkapan.

Maka untuk menghindari pembusukan, ikan tersebut diolah secara sederhana menjadi ikan asin.

Ikan asin hasil pengolahan di kapal biasanya memiliki tingkat keasinan yang cukup tinggi, sehingga oleh para pengolah justru ikan ini dikurangi keasinannya dengan cara merendam terlebih dahulu dengan air tawar, sebelum ikan dikeringkan dan siap untuk dijual.

Untuk jenis pengolahan ikan lainnya yaitu ikan pindang, ikan panggang, fillet, kerupuk ikan/ udang, terasi bahkan ikan asin. Untuk jenis ikan asin dan pindang selain dipasarkan di wilayah kota Pekalongan juga dipasarkan hingga kota Surabaya, Malang, Banjarnegara dan Semarang. Ikan hasil tangkapan yang didaratkan di PPNP juga dalam bentuk ikan segar. Ikan ini dipasarkan ke kota Pekalongan dan sekitarnya bahkan sampai ke luar propinsi Jawa Tengah seperti Bandung, Cirebon dan Bogor. Pemasaran produk hasil perikanan di PPNP cukup meyakinkan baik ikan segar maupun ikan asin.

Produk ini biasanya dipasarkan dengan menggunakan sarana angkutan darat yaitu truck dengan dipak dalam kardus, peti kayu atau keranjang, sehingga pola pemasaran ikan segar dan ikan olahan di PPNP tidak terlalu kompleks.

Untuk pemasaran ikan segar biasanya sudah sampai ke tangan konsumen lokal setelah berpindah tangan 2- 3 kali dari nelayan. Namun untuk konsumen dari luar kota Pekalongan atau luar Jateng, biasanya pemasaran ikan segar dan ikan olahan ini menggunakan jasa perantara seperti pedagang pengumpul hingga ke pedagang pengecer. Dijumpai pula bahwa terdapat bakul yang sekaligus berprofesi sebagai pengolah dan mengusahakan sendiri pemasaran produk hasil olahannya tersebut.

2.5 KONDISI EKSISTING SUNGAI PEKALONGAN

2.5.1. Daerah Aliran Sungai Kupang (DAS Kupang)

DAS Kupang adalah bagian dari Satuan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai SWP DAS Banger Blukar. Luas wilayah DAS Kupang seluas 36.041,75 ha dan memiliki keliling DAS sepanjang 91,16 Km. Sungai Utama DAS Kupang adalah Sungai Pekalongan/Kupang dengan panjang sungai 53,23 km.

(Sumber : BBWS Pemali Juwana, 2014)

Jumlah sungai di wilayah DAS Kupang cukup banyak dan tersebar merata hampir di seluruh wilayah DAS Kupang. Sungai – sungai tersebut antara lain Kali Banger, Kali Susukan, Kali Gawe, Kali Cempagan, Kali Sitotok, Kali Larangan, Kali Rowo, Kali Sogo, Kali Jiridan, hingga yang paling selatan adalah Kali Jogoloyo. Anak – anak sungai di DAS Kupang yang di daerah hulu mayoritas tidak memiliki nama.

Sungai Utama DAS Kupang adalah Sungai Kupang (disebut seperti ini ketika memasuki wilayah administrasi Kabupaten Pekalongan), kemudian berubah nama menjadi Sungai Pekalongan ketika memasuki wilayah administrasi Kota Pekalongan.

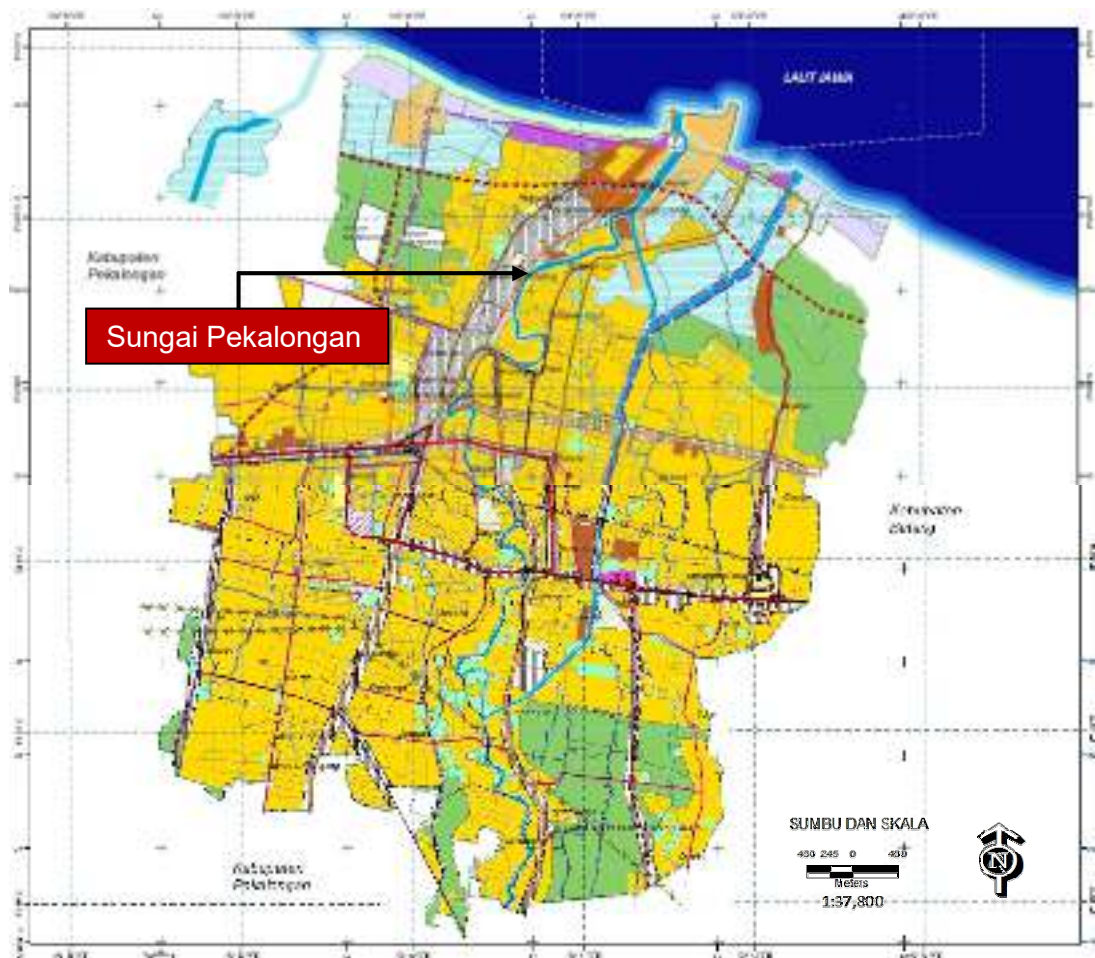


Gambar 2.14 Percabangan Sungai Kupang menjadi Sungai Pekalongan dan Sungai Banger

2.5.2. Muara Sungai Pekalongan

Lokasi kegiatan Kajian Muara Sungai Pekalongan ini berada di muara sungai Pekalongan yang terletak pada Alur Pelayaran Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan (PPNP). Sebelum bermuara di Laut Jawa, Sungai Pekalongan lebih dahulu melalui Daerah Aliran Sungai (DAS) yang meliputi Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Batang dan Kota Pekalongan.

Sungai Pekalongan beserta anak sungainya yang melalui berbagai macam daerah hutan, perkebunan, pertanian dan permukiman tersebut sangat berpotensi membawa bermacam-macam sedimen antara lain: pasir, lumpur serta sampah. Selain itu hilir Sungai Pekalongan jadi satu dengan Sungai Banger yang bermuara di Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan dan difungsikan sebagai Alur Pelayaran, sehingga di bagian muara menjadi pertemuan sedimentasi dari hulu sungai dan sedimentasi dari laut.



Gambar 2.15 Peta Sungai Pekalongan dan Sudetan Sungai Banger

Sungai Pekalongan mempunyai lebar rata-rata 35 meter dengan kedalaman sungai -2 s/d -2.5 m LWS pada bagian muara. Bagian hulu Sungai Pekalongan dimanfaatkan penduduk setempat untuk penambangan pasir,

sedangkan bagian hilir Sungai Pekalongan di manfaatkan untuk Alur Pelayaran Pelabuhan Perikanan Nusantara Pekalongan (PPNP).

Pada bagian hilir Sungai Pekalongan terdapat pertemuan sungai Pekalongan dengan Sungai Banger yang menjadi satu dan bermuara di Sungai Pekalongan. Akibatnya sering terjadi bencana banjir pada daerah hilir, sehingga pada tahun 2013 dibuat sudetan Sungai Banger yang langsung mengarah ke laut dengan tujuan mengurangi beban kapasitas debit Sungai Pekalongan bagi muara. Sungai banger lama yang mengarah ke Sungai Pekalongan pada saat ini difungsikan sebagai tampungan (*long storage*) pengendali banjir sub sistem banger lama. Dimana air pada *long storage* tersebut di pompa ke Sudetan Sungai Banger dengan bantuan pompa untuk dibuang langsung ke laut.



Gambar 2.16 Citra Satelit Sungai Pekalongan dan Sudetan Sungai Banger



Gambar 2.17 Pemukiman Penduduk di Hulu Sungai Pekalongan



Gambar 2.18 Pertemuan Sungai Pekalongan dan Sungai Banger Lama



Gambar 2.19 Sungai Banger lama dan Sudetan Sungai Banger



Gambar 2.20 Stasiun Pompa Air Banger Lama

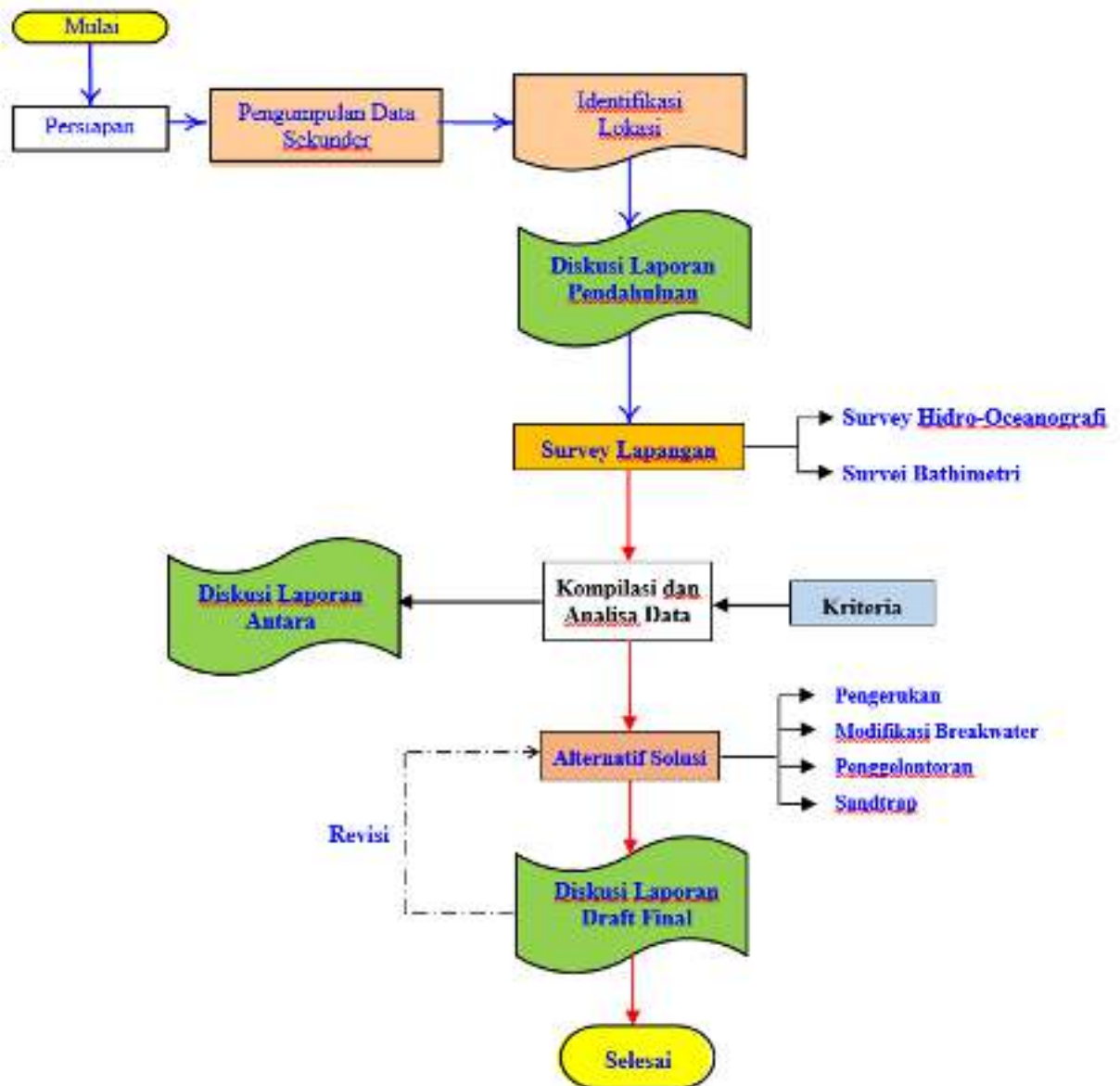
3. Metodologi

Untuk menunjang pelaksanaan **Kajian Muara Sungai Pekalongan** sampai dengan didapatkannya suatu hasil kerja yang optimal seperti yang disyaratkan dalam Kerangka Acuan.Kerja, Konsultan mengusulkan perlunya dibuat suatu prosedur pelaksanaan pekerjaan yang tertuang dalam bagan alir pelaksanaan pekerjaan dan bagan organisasi pelaksana pekerjaan yang baik dan benar sehingga pekerjaan yang dikerjakan diharapkan berjalan dengan lancar dan selesai tepat waktu.

Dalam **METODOLOGI** ini konsultan memberikan gambaran rencana kerja dan metode pendekatan dalam menangani pekerjaan ini, yang menguraikan bagaimana cara dan tahapan pelaksanaan pekerjaan seperti yang telah ditentukan Direksi Pekerjaan pada spesifikasi pekerjaan ini. Dari uraian ini pula konsultan akan memberikan penjelasan tentang kebutuhan tenaga kerja, sehingga dapat dipakai sebagai bahan penyusunan Usulan Rencana Biaya pelaksanaan pekerjaan yang diusulkan.

Secara garis besar, metodologi kerja konsultan digambarkan dalam suatu bagan alir (*flow chart*) yang diuraikan secara detail pelaksanaannya dalam dalam bab ini.

3.1. BAGAN ALIR PEKERJAAN



Gambar 3.1. Bagan Alir (flow chart) Pekerjaan

3.2. TAHAPAN PERSIAPAN

Pekerjaan persiapan dan pengumpulan data dimulai segera setelah pihak penyedia jasa menerima surat perintah kerja dari Kepala BAPPEDA Kota Pekalongan. Kegiatan persiapan dan pengumpulan data pada dasarnya adalah kegiatan awal sebelum tim memulai kegiatan. Kegiatan ini

meliputi persiapan mobilisasi personil, persiapan peralatan kantor, pengumpulan data sosial ekonomi dan studi terdahulu. Tahapan pekerjaan persiapan adalah sebagai berikut :

3.2.1. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data Sekunder disesuaikan dengan kebutuhan analisis yang akan dilakukan untuk tujuan pekerjaan. Jenis-jenis data sekunder adalah :

- Peta Rupa Bumi 25.000 pada lokasi studi beserta dengan peta digitalnya, Peta rupa bumi ini digunakan untuk mendapatkan gambaran situasi pada daerah perencanaan beserta batas wilayah administratifnya.
- Data Klimatologi, meliputi data kecepatan angin.
- Data sosial ekonomi. Data Sosial Ekonomi mencakup : data jumlah penduduk, mata pencaharian, penghasilan, tata guna lahan dan sebagainya.
- Hasil-hasil studi terdahulu.

3.2.2. Tinjauan Awal dan Identifikasi Lokasi

Peninjauan lapangan dilakukan baik bersama direksi ataupun secara intern dilakukan oleh tim Konsultan. Tujuannya adalah untuk mengetahui lebih detail mengenai gambaran-gambaran situasi dan kondisi daerah proyek, sehingga akan dapat dibuat langkah-langkah yang tepat agar pelaksanaan kegiatan lapangan dan perencanaan akan menghasilkan sesuatu yang sesuai dengan kondisi lapangan dan dapat dilaksanakan. Pada peninjauan ini juga dilaksanakan wawancara dengan masyarakat guna mengikutsertakan masyarakat atau warga dalam pelaksanaan pekerjaan ini (*Participatory Planning Approach*).

Pada kegiatan survey awal lapangan, Penyedia Jasa akan melakukan pengecekan secara detil terhadap kondisi lapangan yang akan dipergunakan sebagai acuan pelaksanaan analisis dan rencana pelaksanaan pekerjaan survey, berupa :

- Gambaran kondisi riil di lapangan
- Kendala-kendala yang akan dihadapi di lapangan

- Pemutakhiran, evaluasi dan penyusunan data dalam bentuk digital dengan format tertentu sehingga mudah diakses untuk berbagai keperluan serta mudah diperbaiki (updating). Untuk proses digitalisasi dan evaluasi data dapat digunakan software Google Earth, atau yang sejenis

Dari hasil kunjungan ke lapangan dan pengumpulan data sekunder yang tersedia, Tim Penyedia Jasa melaksanakan perencanaan pendahuluan yang berisikan gambaran pada lokasi pekerjaan, metodologi pelaksanaan pekerjaan dan program kerja untuk melaksanakan tahapan pekerjaan berikutnya yang dirangkum dalam Laporan Pendahuluan.

3.3. SURVEY HIDRO-OCEANOGRAFI DAN BATHIMETRI

a. Pekerjaan Tak Langsung (Pekerjaan Persiapan)

Yang dimaksud dengan pekerjaan tak langsung adalah pekerjaan-pekerjaan yang meliputi : pekerjaan persiapan peralatan pengukuran yang akan digunakan, menyiapkan bahan-bahan/material yang akan digunakan, membuat rencana kerja yang terperinci sesuai dengan judul pelaksanaan yang diminta dengan mencantumkan personil yang memadai, memobilisasi alat dan tenaga yang akan melaksanakan ke lokasi pekerjaan dan lain-lain.

b. Pekerjaan Langsung

Adalah semua proses kegiatan yang diambil secara langsung di lapangan berupa data untuk menunjang dalam penyusunan laporan.

3.3.1. Survey Hidro-oceanografi

Survey hidro-oceanografi diperlukan untuk mendukung data dalam mengkaji permasalahan di lokasi kegiatan. Tahapan Survey Hidro-Oceanografi meliputi beberapa bagian pekerjaan sebagai berikut :

- Survei pengamatan pasang surut dilakukan selama 30 (tiga puluh) hari dengan interval pengamatan setiap 1 jam. Melalui penerapan metode *Admiralty* atau *Least Square* dapat ditentukan komponen-komponen

pasang surut dominan yang dibutuhkan (minimal 9 komponen) dilengkapi informasi phase dan amplitudonya.

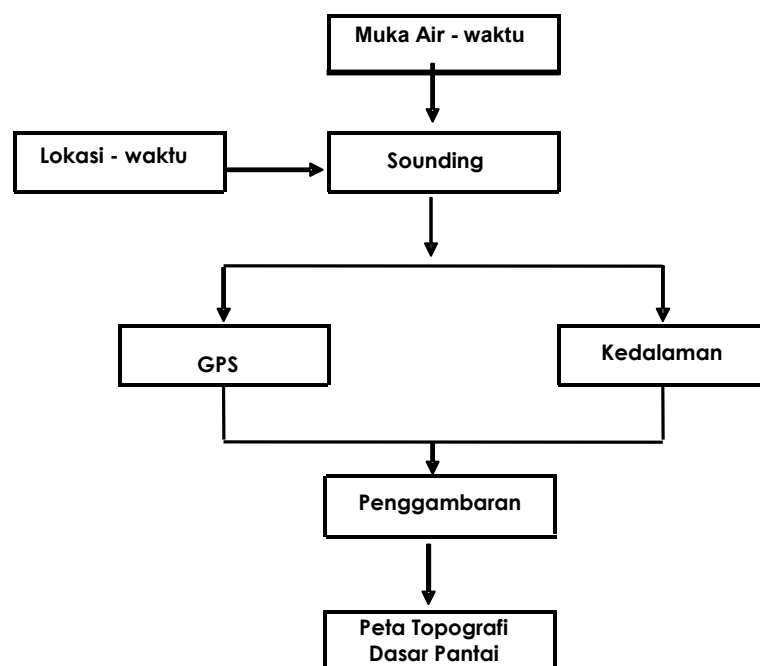
- Berdasarkan komponen yang diperoleh tersebut ditentukan
 - Jenis dan tanggal pasang surut,
 - Level air pasang purnama tertinggi (*highest high water spring - HHWS*),
 - Level air surut purnama terendah (*lowest low water spring - LLWS*), dan
 - Peramalan kondisi pasang surut.
- Survei dan pengolahan data angin, gelombang, arus, sample sedimen transport
 - Survei dan pengolahan data angin meliputi pencatatan dan pembuatan *windrose* yang mewakili kondisi angin setiap bulan.
 - Posisi data angin (ketinggian ± 10 m dari permukaan air) adalah berupa titik di laut dalam area studi, yang merupakan hasil interpolasi data angin dari beberapa stasiun meteorologi disekitar area studi, atau diasumsikan sama dengan data angin dari stasiun meteorologi terdekat, setelah melalui beberapa koreksi lokasi.
 - Titik ini akan menjadi pusat wind rose, titik *fetch* angin dan pusat wave rose.
 - Studi *Hindcasting* dan Transformasi Gelombang
- Data masukan untuk *hindcasting* gelombang adalah data arah dan kecepatan angin (rata-rata harian untuk pembuatan *wave rose* dan maksimum harian untuk peramalan gelombang maksimum dalam periode ulang waktu tertentu) serta panjang *fetch* efektif untuk delapan arah mata angin.
- Data masukan untuk pemodelan refraksi/difraksi gelombang, antara lain :
 - data kontur bathimetri perairan,
 - tinggi dan periode gelombang significant, serta
 - system grid daerah model.
- Survei Arus dan Sampel Sedimen

- Survei arus dibutuhkan untuk menjadi data masukan syarat batas dalam pemodelan hidrodinamika di area studi serta digunakan dalam verifikasi model.
- Posisi dan interval waktu pengamatan arus disesuaikan dengan kebutuhan pemodelan.
- Dalam survei arus dibutuhkan current meter (metode euler) sebagai pengukur arus.
- Survei juga mengambil sampel-sampel air dan sedimen untuk penelitian lebih lanjut di laboratorium.

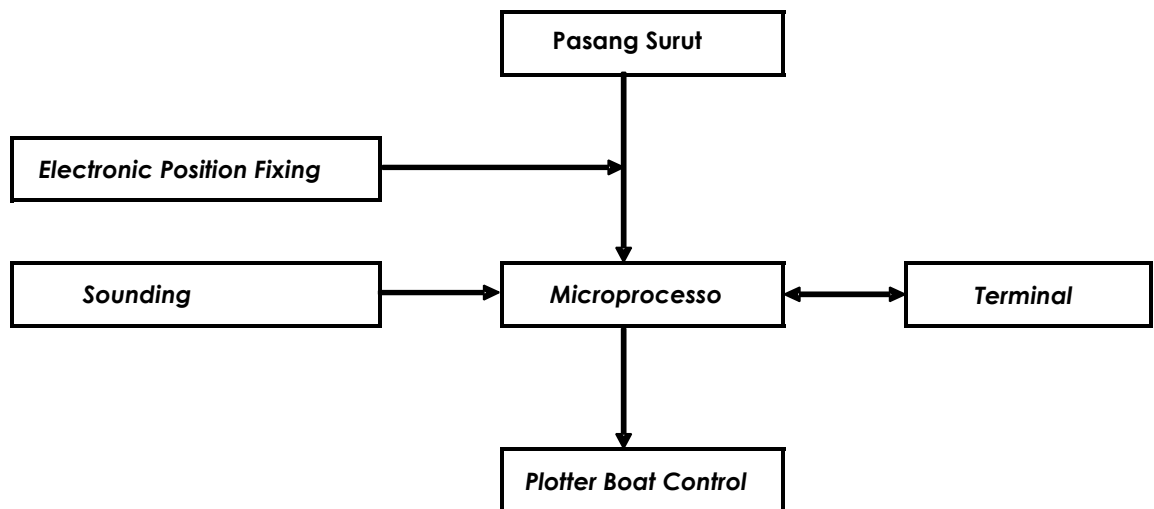
3.3.2. Survey Bathimetry (Echosounding)

i. Umum

1. Pengukuran kedalaman air dapat dilakukan dengan cara manual maupun dengan cara otomatis yang dapat ditunjukkan pada gambar dibawah ini



Gambar 3.2 Bagan Alir Survei *Bathymetri* secara Manual



Gambar 3.3 Bagan Alir Survei *Bathymetri* secara Otomatis

2. Pengukuran *echosounding* dilaksanakan dengan mempersiapkan dahulu data-data sebagai berikut :

- Peta rupa bumi skala 1 :25.000
- Peta kontur bawah muka air laut skala 1 : 25.000
- Echosounder yang telah dikalibrasi
- Pengukuran koordinat hasil GPS
- Theodolit
- Kapal/perahu

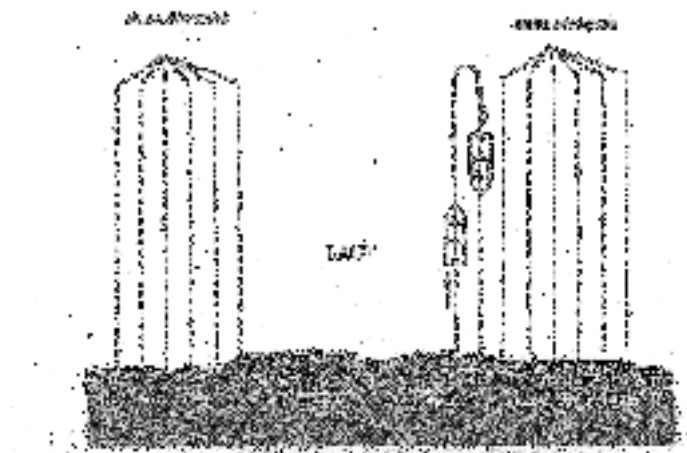
Pengukuran kedalaman dasar pantai dengan menggunakan alat *echosounder* dan alat GPS untuk menentukan koordinat dari kedalaman dasar pantai. Survei bathimetri dilakukan meliputi area studi dengan luas area disesuaikan dengan posisi rencana bangunan pantai.

Batas ke arah laut lepas sampai zona laut dalam (dengan definisi laut dalam menurut rasio panjang gelombang dan kedalaman perairan). Penentuan bathimetri perairan dilakukan melalui survey dan analisis data sekunder berupa bathimetri laut yang dikeluarkan oleh lembaga resmi yang berwenang (*Dinas Hidro-oceanografi*

Angkatan Laut) yang akan memperjelas posisi area studi dilihat dalam perairan secara regional.

Penentuan titik lajur sounding dilakukan dengan pengukuran traverse sepanjang pantai. Titik lajur sounding ini harus diikatkan dengan titik tetap (BM) di darat (dari pengukuran topografi). Peta bathimetri harus menyatu dengan peta topografi dengan referensi koordinat dan elevasi yang sama, dan menggambarkan hal-hal penting seperti gosong pasir, daerah dangkal, kerangka kapal tenggelam, rintangan navigasi, garis/kontur kedalaman, dan garis pantai.

Pengukuran bathimetri dilakukan pada daerah yang mencakup kebutuhan desain. Kedalaman diukur dengan alat echo sounder (alat perumgema) yang akan dikonsultasikan pada pihak direksi sebelum dipergunakan. Jarak lajur pengukuran (pemeruman) maksimum 25 m. Bila ada areal di dekat garis pantai yang tidak dapat terpetakan dengan sounding, maka kedalamannya akan diukur dengan menggunakan bandul pengukur.



Gambar 3.4 Pergerakan Perahu Dalam Menyusuri Jalur Sounding

Titik awal dan akhir untuk tiap jalur sounding dicatat dan kemudian di-input ke dalam alat pengukur yang dilengkapi dengan fasilitas GPS, untuk dijadikan acuan lintasan perahu sepanjang jalur

sounding. Contoh jalur sounding pada kawasan pengukuran dapat dilihat pada Gambar 5.5.

ii. Peralatan Survei

Peralatan survei yang diperlukan pada pengukuran bathimetri adalah :

- *Echo Sounder GPSMap* dan perlengkapannya. Alat ini mempunyai fasilitas GPS (*Global Positioning System*) yang akan memberikan posisi alat pada kerangka horisontal dengan bantuan satelit. Dengan fasilitas ini, kontrol posisi dalam kerangka horisontal dari suatu titik tetap di darat tidak lagi diperlukan. Selain fasilitas GPS, alat ini mempunyai kemampuan untuk mengukur kedalaman perairan dengan menggunakan gelombang suara yang dipantulkan ke dasar perairan. Gambar alat ini disajikan pada Gambar 5.6.



Gambar 3.5 Reader Alat Gpsmap Yang Digunakan Dalam Survei Bathimetri

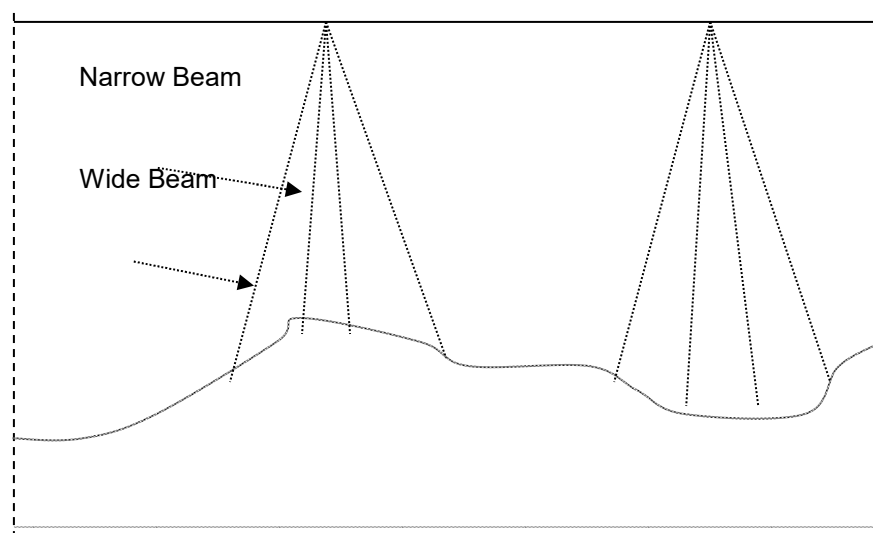
- Notebook. Satu unit *portabel computer* diperlukan untuk menyimpan data yang di-*download* dari alat GPSMap setiap 300 kali pencatatan data.
- Perahu. Perahu digunakan untuk membawa surveyor dan alat-alat pengukuran menyusuri jalur-jalur sounding yang telah ditentukan. Dalam operasinya, perahu tersebut harus memiliki beberapa kriteria antara lain:
- Perahu harus cukup luas dan nyaman untuk para surveyor dalam melakukan kegiatan pengukuran dan *downloading* data dari alat ke komputer, dan lebih baik tertutup dan bebas dari getaran mesin.
- Perahu harus stabil dan mudah bermanuver pada kecepatan rendah.

- Kapasitas bahan bakar harus sesuai dengan panjang jalur sounding.
- Papan duga. Papan duga digunakan pada kegiatan pengamatan fluktuasi muka air di laut.
- Peralatan keselamatan. Peralatan keselamatan yang diperlukan selama kegiatan survei dilakukan antara lain *life jacket*.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan *Echo Sounding* adalah sebagai berikut :

a. Pengaruh penggunaan *Wide beam* dan *Narrow beam*

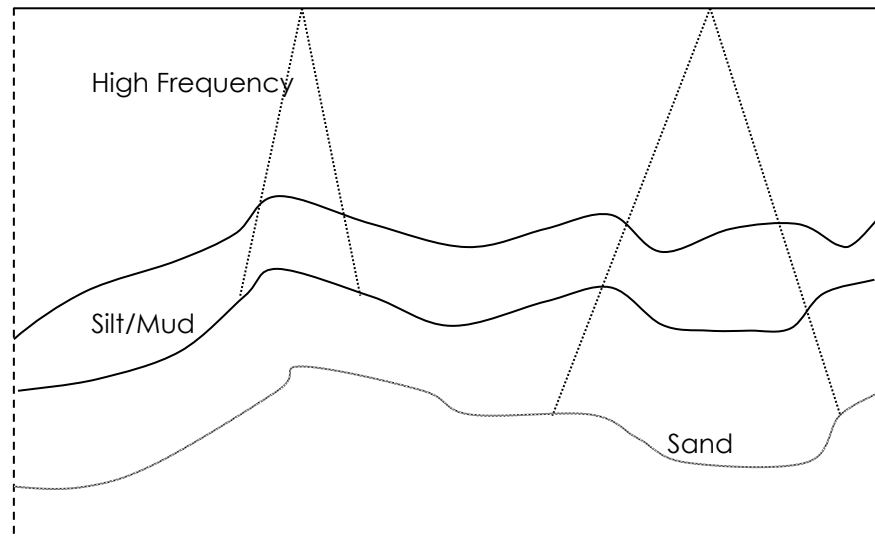
- Penggunaan *Wide beam* dan *Narrow beam* akan berpengaruh pada data yang dihasilkan. *Wide beam* dengan sudut yang lebih besar terhadap garis arah vertikal menyebabkan data kedalaman yang dihasilkan lebih besar. *Narrow beam* dengan sudut yang lebih kecil (menyempit) terhadap arah vertikal sehingga data kedalaman yang dihasilkan lebih mendekati vertikal. Penggunaan *wide beam* dan *narrow beam* dalam satu pengukuran akan berpengaruh terhadap akurasi hasil pengukuran.



Gambar 3.5 Penggunaan *Wide Beam* dan *Narrow Beam*

b. Pengaruh Penggunaan *High Frequency* dan *Low Frequency*

- *High frequency* hanya dapat mendeteksi permukaan paling atas, sehingga tidak dapat menembus ke dalam lapisan tanah. Gelombang *low frequency* dapat menembus hingga lapisan tanah keras, sehingga dapat diketahui selisih kedalaman antara sedimen dan muka tanah asli.



Gambar 3.6 *High Frequency* dan *Low Frequency*

c. Pengaruh Gelombang

- Adanya gelombang pada saat dilaksanakan sounding akan mempengaruhi ketepatan pengukuran. Sebaiknya sounding dilakukan pada saat permukaan air tenang.

iii. Spesifikasi Teknis Pekerjaan Bathimetri

1. Lingkup Pekerjaan

Pekerjaan *survei Bathimetri* meliputi daerah yang sudah ada, alur sungai, dengan interval lajur *sounding* 25 m. Dan mencapai kedalaman ± 5 m LWS (*Low water surface level*).

Penentuan lajur *sounding* ini harus diikatkan dengan titik tetap (BM) di darat. Peta Bathimetri harus menyatu dengan peta Topografi dengan referensi koordinat dan elevasi yang sama dan menggambarkan hal-hal penting seperti bentuk permukaan tanah,

daerah dangkal, rintangan navigasi, garis kontur kedalaman, dan garis batas permukaan air dengan daratan (garis pantai)

2. Metode Pelaksanaan

a. Metode Snellius

Penentuan titik lajur *sounding* dilakukan dengan pengukuran *Traverse* sepanjang tepi/batas genangan. Titik lajur *sounding* ini harus diikatkan dengan titik tetap (BM) di darat (dari pengukuran topografi).

Peta Bathimetri harus menyatu dengan peta topografi dengan referensi koordinat dan elevasi yang sama, dan menggambarkan hal-hal yang penting seperti bentuk permukaan tanah, daerah dangkal, rintangan navigasi, garis kotur kedalaman dan garis batas permukaan air dengan daratan (tepi/batas pantai).

Pengukuran bathimetri dilakukan pada daerah yang mencakup kebutuhan desain. Kedalaman diukur dengan alat ukur *echo sounder* yang akan dikonsultasikan dengan direksi sebelum digunakan. Jarak lajur pengukuran maksimum 25 meter. Bila ada areal didekat garis tepi pantai yang tidak dapat dipetakan dengan *sounding*, maka pelaksanaannya akan diukur dengan banduk pengukur. Cara pengukuran dan penentuan posisi *sounding* dilakukan dengan metode snellius atau menggunakan alat elektronis.

Pelaksanaan *sounding* diusahakan tegak lurus tep/batas genangan, dan untuk pengontrolannya dilakukan dengan cara pengukuran silang. Selama pengukuran kecepatan perahu/kapal diusahakan konstan dan elevasi muka air dicatat lewat *peil scale* atau alat lain yang memenuhi syarat dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Koordinat-koordinat titik dalam peta hidrografi dengan menggunakan koordinat geografis kecuali bila lokasi survei tidak terdapat BM berkoordinat geografis dapat menggunakan koordinat lokal.

2. Semua perhitungan pekerjaan *polygon* supaya dilampirkan dalam laporan.
3. Kedalaman diukur dengan alat ukur echosounder atau alat jenis lain dengan ketelitian yang sama dan telah mendapat persetujuan dari direksi. Alat perum gema yang dimaksudkan adalah alat gema yang menggunakan kertas pencatat kedalamannya dan bukan sinar.
4. Jarak interval lajur pemeruman maksimum 100 meter. Untuk mendapatkan ketelitian hasil *sounding*, pelaksanaan *sounding* secara pulang pergi. Pelaksanaan *sounding* pergi dengan lajur-lajur ganjil dan *sounding* pulang dengan lajur-lajur genap. Satuan pembacaan dalam metrik, angka ditulis dalam meter, desimeter.

b. Metode *Global Positioning System (GPS)*

1. Menggunakan metode pengukuran/penentuan posisi *Global Positioning System (GPS)* dengan menggunakan alat dengan ketelitian horizontal (koordinat) < 50 cm dan ketelitian vertikal (elevasi) 0,5 mm – 10 mm dengan menggunakan minimal 5 (lima) satelit.
2. Menggunakan peralatan pemeruman (*Echo Sounder*) dengan spesifikasi :
 - Jangkauan pengukuran
 - Presisi pengukuran : $\pm 3\text{cm} \pm \text{water depth} \times 1/1000$
 - Metode pendataan : Linear Recording, memory storage
 - Skala pendataan : 1/100, 1/200
 - Metode Pemeruman.

Perhitungan dalam pembuatan peta perum disajikan dalam lintang/bujur bila memungkinkan dengan ketentuan:

- *Ellipsoide Bessel 1841* atau *World Geodetic System (WGS) 1984*

- Proyeksi *Mercator*
 - Skala peta 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2500, 1 : 5000
 - Meridian utama yang dipakai Jakarta
 - Dalam hal tidak didapatkan titik tetap berkoordinat geografis bias menggunakan kooordinat lokal.
- Setiap hari konsultan akan melakukan *bar check* terhadap alat-alat perum gema yang dipakai sebelum dan sesudah pekerjaan pemeruman. Salah satu *bar check* supaya dilampirkan dalam laporan (*bar check* untuk tiap kedalaman 1 meter).

3.4. KOMPILASI DAN ANALISA DATA

Setelah data sekunder dan data primer berdasarkan survey lapangan didapatkan maka dilakukan kompilasi dan analisa data. Analisa data meliputi:

3.4.1. Analisis Hidrolika Muka Air

Analisis hidrolika digunakan untuk menentukan tinggi muka air banjir di daerah muara. Jika nantinya direkomendasikan bangunan *Jetty* maka untuk menentukan tinggi *Jetty* diperhitungkan muka air banjir di wilayah pantai/muara.

Dasar perhitungan yang ideal untuk mengetahui profil aliran ini adalah dengan mengacu pada teori bahwa kehilangan tinggi tekan pada suatu penampang sama seperti pada aliran seragam dengan kecepatan dan jari-jari hidrolis yang sama. Namun, kelemahan dari anggapan ini adalah jika pada suatu section penampang mengalami suatu penurunan kecepatan yang diakibatkan oleh besar kecilnya penampang sungai ataupun terjadi ketidak seragaman elevasi dasar sungai, maka anggapan ini akan menyebabkan kesulitan seorang perencana dalam melakukan analisa profil aliran.

1. Analisis Profil Aliran

Elevasi muka air pada alur sungai perlu dianalisis untuk mengetahui pada sisi mana terjadi luapan pada alur sungai atau juga dapat digunakan untuk mengetahui dimana terjadi hambatan pada alur sungai sehingga dapat ditentukan dimensi dari perbaikan sungai.

2. Persamaan Energi

Persamaan energi digunakan sebagai dasar perhitungan untuk aliran steady dalam saluran terbuka, diberikan oleh persamaan berikut ini (Chow, 1985) :

$$h_1 + \alpha_1 \frac{U_1^2}{2g} + z_1 = h_2 + \alpha_2 \frac{U_2^2}{2g} + z_2 + h_e$$

3.4.2. Perhitungan Laju Angkutan Sedimen Di Sungai

Laju angkutan sedimen ditentukan untuk mengetahui volume pasir endapan yang terbawa aliran sungai-sungai yang menuju muara di pesisir pantai yang nantinya akan mengubah letak garis pantai bila volume endapan ini cukup besar, pengaruhnya terhadap besarnya erosi yang dilakukan gelombang.

Laju angkutan sedimen dihitung terhadap 2 komponen angkutan yaitu :

- Angkutan dasar (*bed load*)
- Angkutan layang (*suspended load*)

3.4.3. Peninjauan Gejala- Gejala Pantai

Erosi adalah proses mundurnya garis pantai dari kedudukan semula, sementara akresi adalah proses majunya garis pantai.

- Erosi dan Akresi Skala Dasar (Makro)
- Erosi dan Akresi Musiman
- Erosi dan Akresi dalam Skala Kecil (Mikro)
- Bentuk Propil Melintang Pantai
- Tumbuhan-Tumbuhan Pantai

1. Arah dan Volume Angkutan Pasir Sejajar Pantai

Arah angkutan pasir sejajar pantai dapat ditunjukkan dengan bentuk muara sungai yang terjadi atau dengan proses akresi/erosi disekitar krib/bangunan pantai yang menjorok ke laut.

2. Batas- Batas Daerah Penyelidikan

a) Kearah Sejajar Pantai

Batas-batas daerah penyelidikan kearah sejajar pantai harus sedemikian rupa sehingga pada daerah antara batas kanan dan batas kiri diperoleh suatu karakteristik pantai yang lengkap serta

tidak terpengaruh oleh parameter-parameter pantai diluar batas tersebut.

b) Kearah Laut dan Darat

Penyelidikan kearah laut hendaknya sampai pada perairan dalam yaitu kedalaman $(d) > 0.5 L_0$, dimana L_0 = panjang gelombang perairan dalam

$$L_0 = 1.56 T^2$$

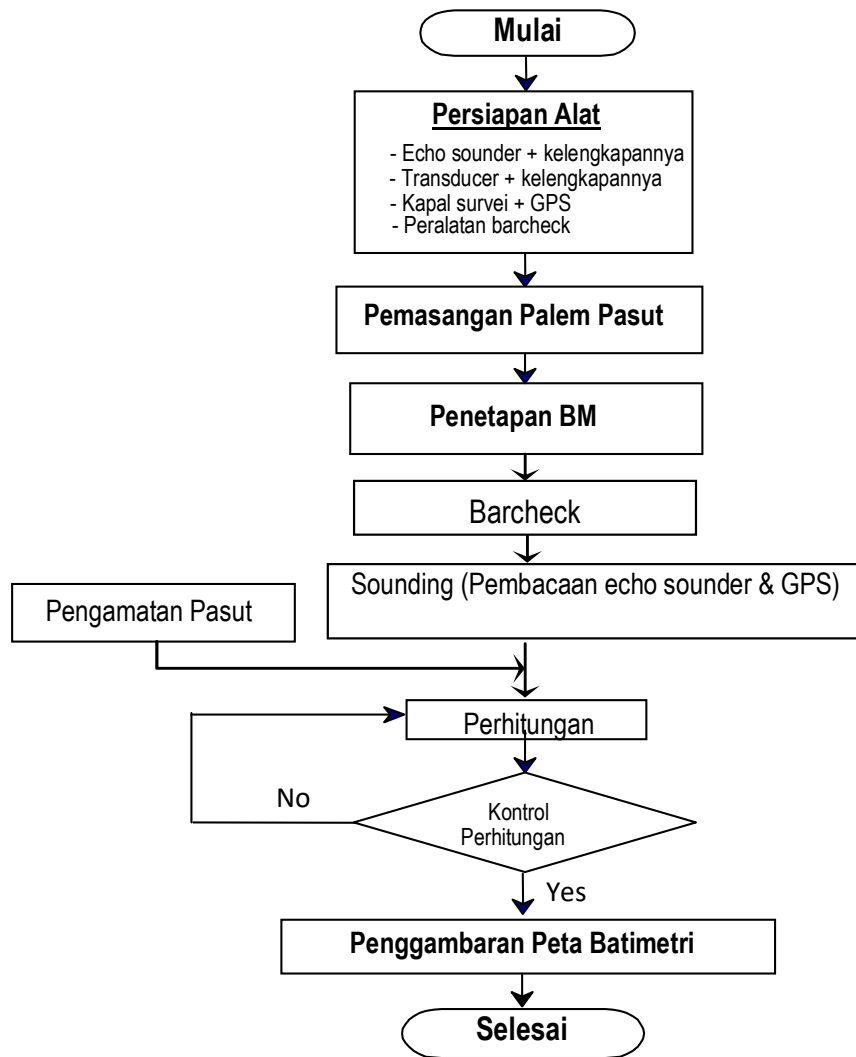
Dengan mengetahui harga T dapat ditentukan harga L_0 . Penyelidikan kearah darat adalah sampai kepada daerah dimana pengaruh-pengaruh parameter laut seperti pasang surut, kegaraman dan gelombang serta perkiraan mundurnya garis pantai masih dapat dicapai.

4. Survey Bathimetri & Hidro-Oceanografi

4.1. SURVEY BATHIMETRI

Survey bathimetri bertujuan untuk memperoleh gambaran permukaan dasar laut (*seabed surface*). Survey bathymetri dilaksanakan pada area kolam putar dan alur masuk Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pekalongan ditambah sudetan Sungai Pekalongan sepanjang 1 km ke arah hulu.

Survey bathymetri atau biasa disebut pemeruman (*sounding*) secara umum dibagi menjadi tahapan persiapan dan instalasi alat, penentuan jalur sounding, penentuan posisi perum, dan pengukuran kedalaman. Dibawah ini adalah bagan alir survey bathymetri.

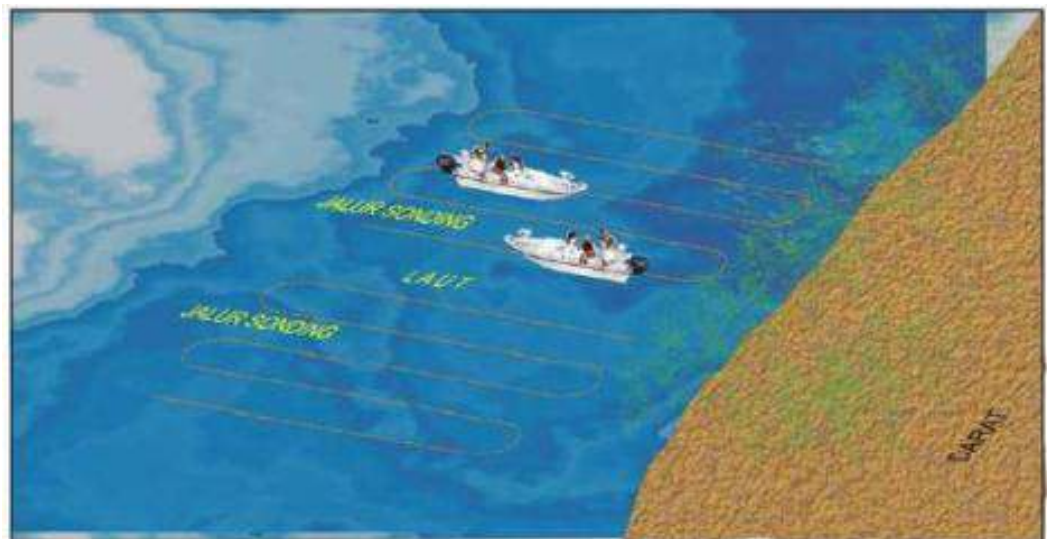


Gambar 4.1 Diagram Alir Survey Bathimetri

Alat yang digunakan adalah Echo Sounder Single Beam dengan GPS yang sudah terintegrasi didalamnya, sehingga data kedalaman yang diukur secara otomatis akan disimpan pada alat bersama dengan koordinatnya. Alat echosounder tersebut kemudian di pasang di perahu survei, dimana transducer dipasang sejajar dengan antenna GPS. Setelah itu dilakukan kalibrasi kedalaman atau pengukuran barcheck untuk memperoleh draft atau kedalaman alat transducer dari permukaan air. Nilai dari draft transducer tersebut kemudian dimasukan sebagai input data pada alat echosounder sebagai koreksi draft transducer.

4.1.1. Penentuan Jalur Sounding

Pengukuran bathymetry dilakukan dengan menggunakan perahu yang bergerak mengikuti jalur sounding yang telah direncanakan. Jalur sounding adalah jalur perjalanan kapal yang akan melakukan pemeruman. Jalur sounding dibuat tegak lurus dengan garis pantai dengan jarak antar jalur (*ray*) yang sudah ditentukan yang dapat mewakili kerapatan kedalaman sungai yang akan diukur. Ilustrasi perjalanan kapal mengikuti jalur sounding seperti pada gambar dibawah.



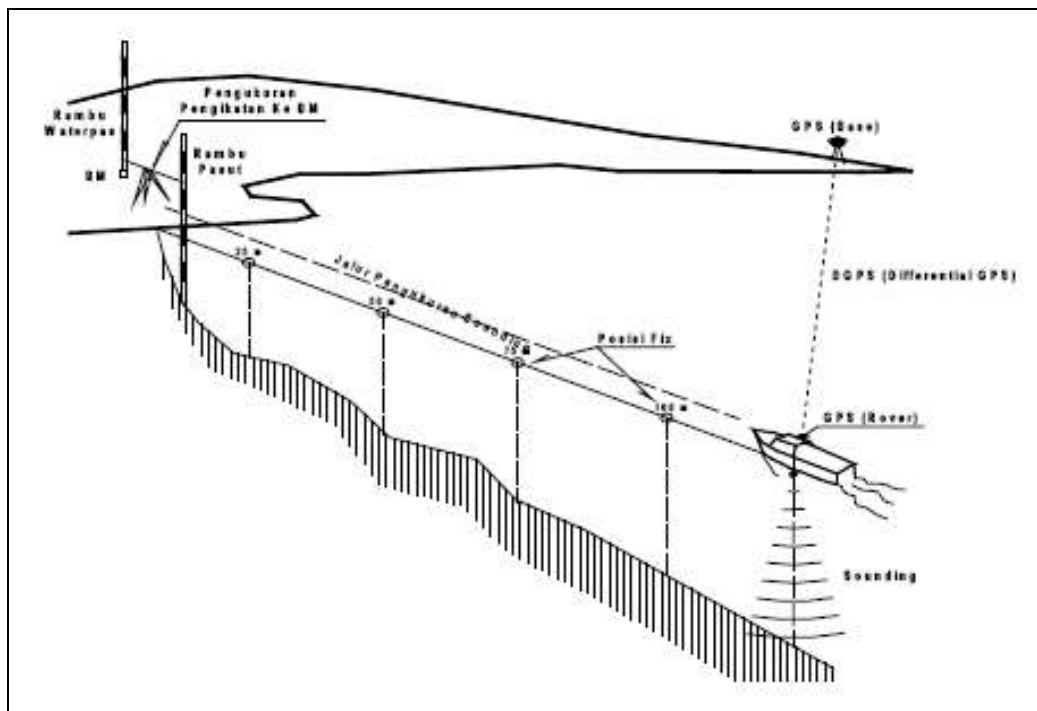
Gambar 4.2 Ilustrasi Pergerakan Kapal Mengikuti Jalur Sounding



Gambar 4.3 Jalur Sounding Hasil Survey Bathimetri di PPN Pekalongan

4.1.2. Penentuan Posisi Perum

Penentuan posisi perum dilakukan secara bersamaan dengan pengukuran kedalaman, sehingga kedalaman yang diukur berada tepat pada posisi sebenarnya. Metode penentuan posisi perum yang akan digunakan adalah GPS. Prinsip kerja GPS adalah penentuan koordinat pada titik-titik perum GPS yang berada di kapal yang posisinya diperoleh langsung dari satelit. Data GPS yang diperoleh secara otomatis tersimpan pada memori alat. Ilustrasi penentuan posisi (fix) titik-titik perum seperti pada gambar ilustrasi dibawah ini.



Gambar 4.4 Ilustrasi Penentuan Posisi (Fix) Titik-Titik Perum Yang Ditentukan Secara Bersamaan Dengan Pengukuran Kedalaman.

4.1.3. Pengukuran Kedalaman

Tahapan yang paling utama dalam kegiatan bathymetri adalah pengukuran kedalaman. Metode yang umum digunakan dalam kegiatan pengukuran kedalaman adalah metode akustik dengan memanfaatkan gelombang suara, sehingga biasa disebut dengan istilah sounding. Alat yang digunakan adalah alat perum gema yang disebut echosounder, yang memiliki transducer pengirim dan penerima gelombang. Transducer tersebut akan menghitung selang waktu antara gelombang dipancarkan dan diterima kembali, sehingga kedalaman laut (hasil ukuran) pada tempat yang diperum dapat ditentukan. Adapun perhitungan kedalaman seperti persamaan dibawah ini :

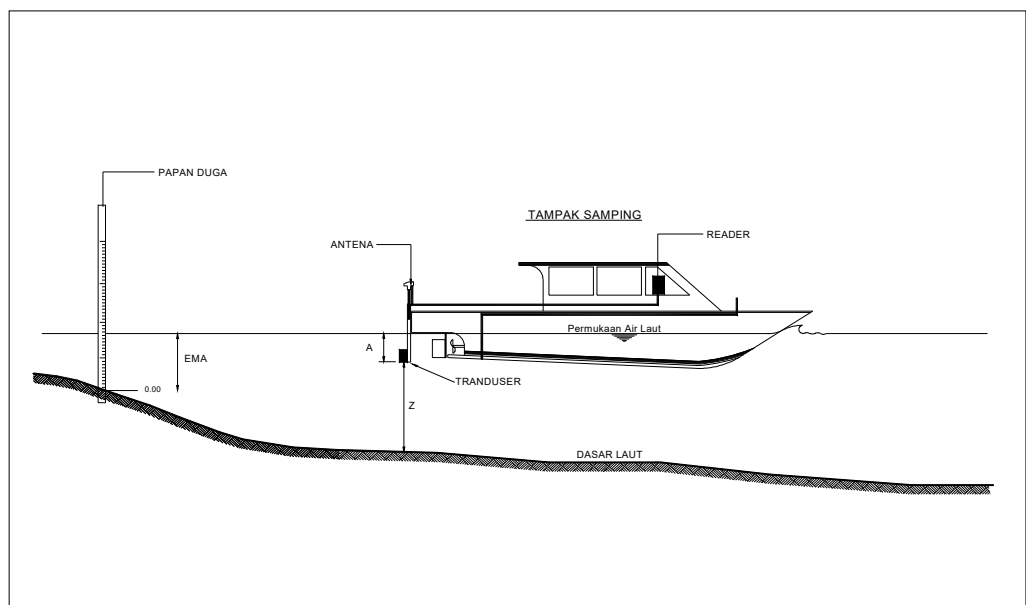
$$du = \frac{1}{2} \times (v \cdot \Delta t)$$

- d = kedalaman sungai yang terukur pada saat pengukuran
- u = kecepatan gelombang akustik pada medium air
- v = selang waktu antara saat gelombang suara dipancarkan
- Δt = dengan penerimaan kembali gelombang pantulnya

Terdapat beberapa kesalahan sistematik dalam pengukuran kedalaman. Kesalahan sistematik adalah jenis kesalahan yang dapat dihilangkan dengan memberikan koreksi. Adapun kesalahan tersebut antara lain pasut, draft transducer, variasi cepat rambat gelombang, serta settlement and squat. Metode pemberian koreksi terhadap kedalaman akibat kesalahan-kesalahan sistematik yang dilakukan sebagai berikut :

- Koreksi Pasut, dengan cara koreksi tinggi muka air sesaat terhadap tinggi datum vertikal yang diperoleh dari hasil pengamatan pasut.
- Draft transducer, dengan cara mengukur kedudukan (jarak vertical) permukaan transducer terhadap bidang permukaan air.
- Variasi cepat rambat gelombang, dengan kalibrasi barcheck atau pengambilan sample suhu, tekanan dan salinitas air.
- Settlement dan squat, dengan membandingkan kedudukan vertical transducer terhadap permukaan air saat kapal diam dan saat kapal bergerak.

Sketsa *definisi* besaran-besaran panjang yang terlibat dalam proses koreksi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.5 Sketsa definisi besaran yang terlibat dalam koreksi kedalaman

Keterangan gambar :

EMA = Elevasi muka air diukur dari nol palem.

Z = Kedalaman air hasil sounding (jarak dasar perairan ke transducer).

A = Jarak transducer ke muka air.

Dari definisi di atas maka elevasi dasar sungai terhadap nol palem adalah (ED) :

$$ED = Z + A - EMA$$

Dengan mempertimbangkan kesalahan-kesalahan yang terjadi maka model persamaan kedalaman yang sebenarnya adalah:

$$d = du + kbj + kt + kss + kp$$

dimana :

d = kedalaman ukuran

kbj = selisih terhadap bacaan kedalaman j sebenarnya dari interpolasi tentang kedalaman cacah sebelum j dan setelah j

kt = koreksi draft *transducer*

kss = koreksi *settlement* dan *squat*

kp = koreksi pasut

Hasil dari koreksi yang telah dilakukan pada proses pengolahan sebelumnya, menghasilkan kedalaman dasar perairan terhadap nol palem. Elevasi ini kemudian diikatkan terhadap datum vertikal yang digunakan yaitu LWS, yang diperoleh dari hasil pengolahan data pasut. Dengan demikian LWS dianggap berada pada elevasi 0.0 m. Pengikatan terhadap LWS dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut :

$$ED_{LWS} = ED - ELWS$$

Dimana :

EDLWS = Elevasi dasar perairan relatif terhadap LWS

ED = Elevasi dasar perairan relatif terhadap nol palem

ELWS = Elevasi LWS relatif terhadap nol palem

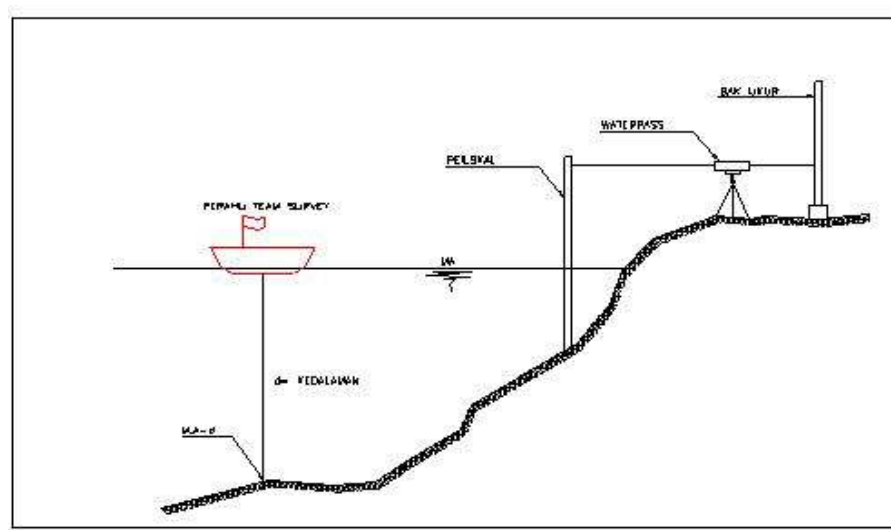


Gambar 4.6 Dokumentasi Survey Bathimetri

4.1.4. Pengolahan Data Bathimetri

- Koreksi terhadap Kedalaman

Data yang tercatat pada alat GPSMap adalah jarak antara transducer alat ke dasar perairan. Transducer tersebut diletakkan di bagian belakang kapal, di bawah permukaan air yang terpengaruh oleh pasang surut. Oleh sebab itu diperlukan suatu koreksi kedalaman terhadap jarak transducer ke permukaan air dan koreksi kedalaman terhadap pasang surut. Dibawah ini menampilkan sketsa definisi besar-besaran panjang yang terlibat dalam proses koreksi tersebut.



Gambar 4.7 Sketsa Definisi Besar-Besaran Panjang

Keterangan gambar :

EMA = Elevasi muka air diukur dari nol papan duga

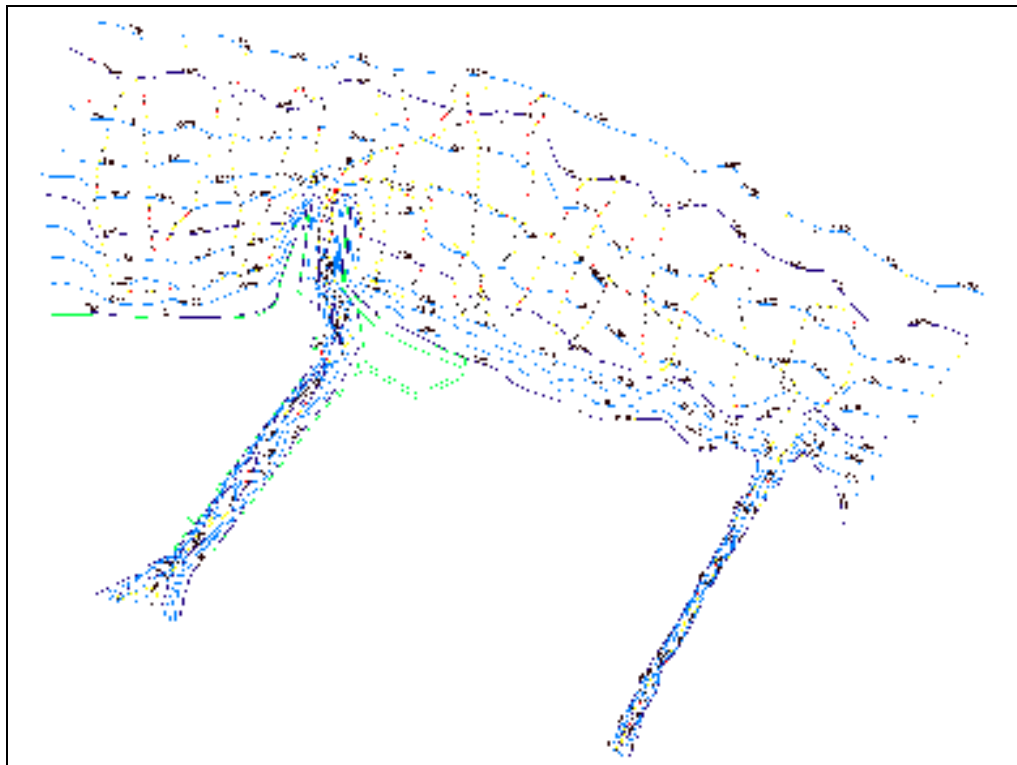
Z = Kedalaman air hasil sounding (jarak dasar perairan ke transducer)

A = jarak transducer ke muka air

Dari definisi-definisi diatas, elevasi dasar dihitung dari nol papan duga adalah (ED) : $ED = Z + A - EMA$

Yang paling dominan diperhitungkan untuk koreksi kedalaman adalah koreksi kedudukan transducer yang ditentukan di lapangan dan kondisi posisi pasang surut selama sounding batimetri dilakukan.

Gambar berikut ini adalah hasil dan analisa hasil pengukuran bathimetri.



Gambar 4.8 Bathimetri Muara Sungai Pekalongan



Gambar 4.9 Data Sekunder Peta Bathimetri Perairan PPN Pekalongan

(Sumber: PUSHIDROS TNI-AL)

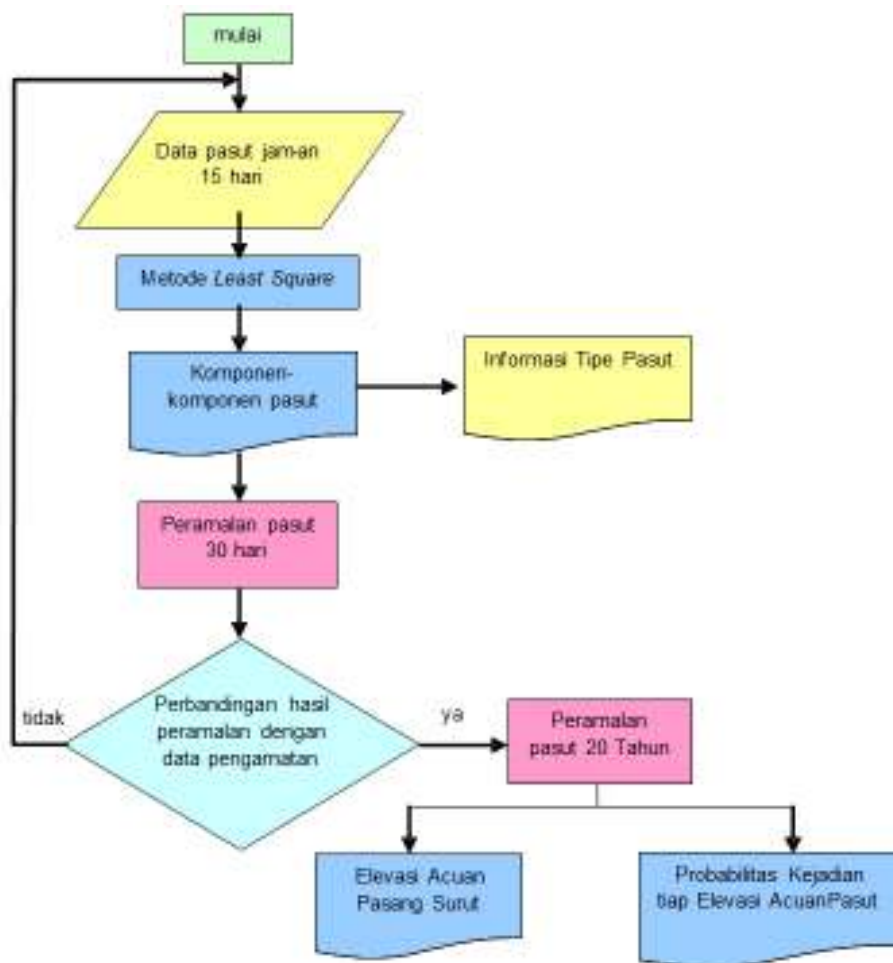
4.2. HIDRO-OCEANOGRAPHI

4.2.1. Pasang Surut

Pasut laut (*ocean tide*) didefinisikan sebagai fenomena naik dan turunnya permukaan air laut yang terjadi secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari. Pengukuran pasang surut bertujuan untuk mengetahui elevasi muka air minimum (LWS), rata rata (MSL) dan muka air maksimum (HWS). Elevasi tersebut digunakan untuk keperluan perencanaan elevasi suatu bangunan yang terkena dampak pasang surut, analisa pelaksanaan konstruksi dan acuan pelayaran. Pengukuran muka air juga digunakan sebagai koreksi kedalaman pada saat pengukuran Bathimetri.

A. Perhitungan Pasut Dengan Metode *Least Square*

Pengolahan data pasut dimaksudkan untuk memperoleh konstanta komponen harmonik pasut di daerah pengamatan. Perhitungan konstanta pasut dilakukan dengan menggunakan metode *Least Square*. Setelah itu dilakukan peramalan untuk satu siklus pasut atau selama 18,6 tahun. Hasil peramalan ini digunakan untuk menentukan elevasi-elevasi penting pasut. Dari elevasi penting pasut yang ada, nilai LWS yang merupakan elevasi muka air paling surut ditetapkan sebagai referensi nol. Pengolahan data pasut dilakukan sesuai dengan alur pada gambar berikut :



Gambar 4.10 Alur Pengolahan Data Pasut

Komponen pasang surut yang dihasilkan adalah M2, S2, N2, K2, K1, O1, P1, M4, MS4, di mana:

- M2 : komponen utama bulan (Semi Diurnal)
- S2 : komponen utama matahari (Semi Diurnal)
- N2 : komponen eliptis bulan.
- K2 : komponen bulan.
- K1 : komponen bulan.
- O1 : komponen utama bulan (diurnal).
- P1 : komponen utama matahari.
- M4 : komponen utama bulan (kuarter diurnal).
- MS4 : komponen matahari bulan.

Type pasang surut ditentukan berdasarkan pada perbandingan antara jumlah amplitudo konstanta diurnal (K1,O1) dengan jumlah amplitudo

konstanta semi diurnal (M2,S2). Perbandingan tersebut dituliskan dalam formula Formzahl (F) :

$$F = \frac{AK1 + AO1}{AM2 + AS2}$$

Dari nilai Formzahl ,dibagi dalam empat tipe pasang surut :

1. Pasang surut harian ganda (semi diurnal tide) atau pasang ganda jika $F < \frac{1}{4}$.

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit.

2. Pasang surut harian tunggal (diurnal tide) atau pasang tunggal jika $F > 3$.

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit.

3. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (mixed tide prevalling semidiurnal) atau pasang campuran dominasi ganda jika $\frac{1}{4} < F < 1\frac{1}{2}$.

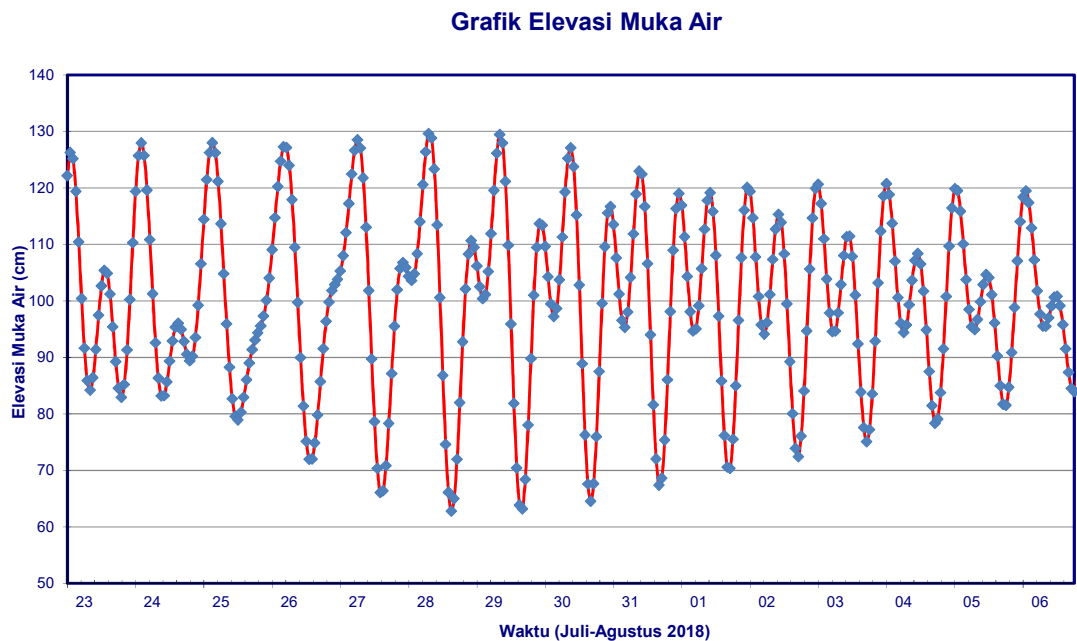
Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda.

4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (mixed tide prevalling diurnal) atau pasang campuran dominasi tunggal jika $1\frac{1}{2} < F < 3$.

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

B. Data Pasang Surut

Data peramalan pasang surut di Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pekalongan selama 15 hari, tanggal 23 Juli - 6 Agustus 2018 adalah sebagai berikut:



Gambar 4.11 Grafik Elevasi Pasang Surut PPN Pekalongan

Resume hasil pengamatan pasut di PPN Pekalongan adalah sebagai berikut :

- ✓ Maksimum : 1.30 meter
- ✓ Minimum : 0.63 meter
- ✓ Tunggang : 0.67 meter

C. Hasil Analisa Pasang Surut Metode *Least Square*

Hasil perhitungan pasut dengan menggunakan metode *Least Square* di PPN Pekalongan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Komponen Pasut Metode *Least Square*

Komponen	Amplitudo	Beda Fase
M2	13.82	69.55
S2	12.85	31.97
N2	5.03	-30.66
K2	12.82	163.34
K1	6.79	211.83
O1	5.97	172.23
P1	9.17	-54.61
M4	0.01	-61.47
MS4	0.01	-81.95
S0	59.99	

$$F = \frac{AK1 + AO1}{AM2 + AS2} = 0.47 \text{ (Campuran Berganda)}$$

D. Analisa Pasang Surut Global

Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut.

Dengan menggunakan komponen pasang surut yang telah dihasilkan dapat ditentukan beberapa elevasi muka air penting. Hasil analisa elevasi penting disajikan pada tabel 4.2 dari beberapa elevasi penting ini yang akan digunakan sebagai referensi yang menyangkut elevasi permukaan kontur bathimetri adalah LWS. Untuk mengetahui perbandingan antara data hasil survey dan data hasil perkiraan diberikan dalam bentuk grafik.

Tabel 4.2 Elevasi Penting Pasut di PPN Pekalongan

Jenis Elevasi	Metode Least Square	
	Elevasi (m)	Elevasi (0-LWS)
Highest High Water Level (HWL)	1.60	1.01
Mean High Water Spring (MHWS)	1.41	0.81
Mean High Water Level (MHWL)	1.22	0.62
Mean Sea Level (MSL)	1.00	0.40
Mean Low Water Level (MLWL)	0.78	0.18
Mean Low Water Spring (MLWS)	0.59	0.00
Lowest Low Water Level (LLWL)	0.41	-0.18

Dari hasil analisa pasut menggunakan metodel Least Square dan Admiralty diambil yang tertinggi nilai tunggang pasutnya dalam hal ini yang tertinggi adalah metode Least Square.

Tunggang pasut (HWS - LWS) : 0.81 meter

Z0 (MSL - LWS) : 0.40 meter

4.2.2. Peramalan Gelombang

Analisa terhadap ketinggian gelombang didasarkan pada data angin yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi dan Klimatologi Terdekat. Dalam hal ini adalah Stasiun Meteorologi Maritim Semarang. Data angin yang digunakan merupakan data angin hasil pengukuran dengan intensitas pengukuran tiap jam selama 13 tahun (2004-2017)

A. Analisa Data Angin

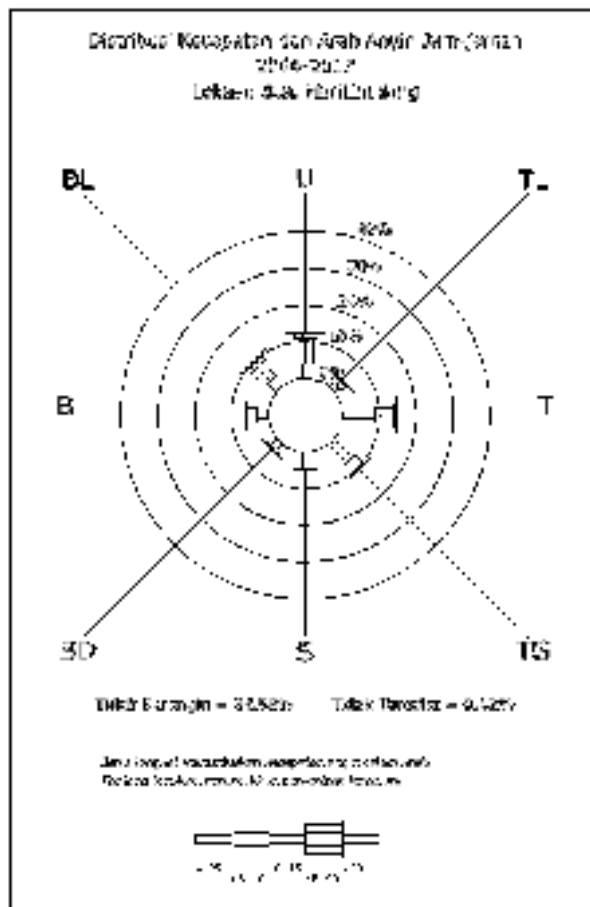
Hasil pengolahan data angin jam-jaman dari Stasiun Meteorologi dan Maritim Semarang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Total Kejadian Angin di Lokasi Pekerjaan Tahun 2004 - 2017

Arah	Jumlah Jam						Persentase					
	< 5	5-10	10-15	15-20	> 20	Total	< 5	5-10	10-15	15-20	> 20	Total
Utara	4986	8184	1815	168	23	15176	4.06	6.67	1.48	0.14	0.02	12.37
Timur Laut	1780	2268	275	16	11	4350	1.45	1.85	0.22	0.01	0.01	3.54
Timur	10722	6104	868	40	9	17743	8.74	4.97	0.71	0.03	0.01	14.46
Tenggara	8410	3771	660	36	6	12883	6.85	3.07	0.54	0.03	0.00	10.50
Selatan	5192	778	70	8	5	6053	4.23	0.63	0.06	0.01	0.00	4.93
Barat Daya	2814	657	49	10	2	3532	2.29	0.54	0.04	0.01	0.00	2.88
Barat	4082	2987	646	109	9	7833	3.33	2.43	0.53	0.09	0.01	6.38
Barat Laut	4086	6349	1831	388	50	12704	3.33	5.17	1.49	0.32	0.04	10.35
Berangin	= 80274						= 65.41					
Tidak Berangin	= 42435						= 34.58					
Tidak Tercatat	= 19						= 0.02					
Total	= 122728						= 100.00					

Kecepatan angin dalam knot.

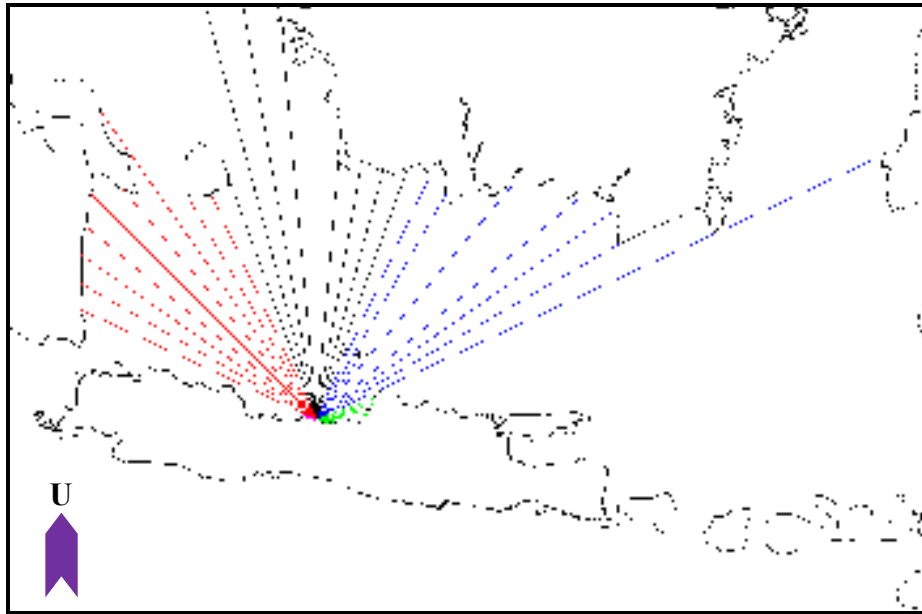
Dari tabel diatas dapat dibuat grafik mawar angin (*windrose*) seperti terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.12 Windrose di Wilayah Semarang dan Sekitarnya
Tahun 2004 – 2017

B. Fetch

Kecepatan angin yang berhembus diatas permukaan air akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil diatas permukaan air. Tinggi rendahnya riak gelombang yang terjadi tergantung dari jarak daratan yang membatasi berhembusnya angin diatas permukaan laut (*fetch*).



Gambar 4.13 *Fetch* Wilayah PPN Pekalongan

Fetch pada lokasi pekerjaan dibuat setiap 5° pada masing masing arah mata angin dalam hal ini *fetch* dibuat pada arah Barat (W), Barat Laut (NW), Utara (N) dan Timur Laut (NE) dan arah Timur (E). Panjang masing-masing *fetch* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.4 Fetch dan Fetch Efektif Pembangkitan Gelombang

	SUDUT	JARAK, F (m)	α (alpha)	$\cos \alpha$	F·cos α	Arah	Fetch Efektif (m)
		Pekalongan			Pekalongan		Pekalongan
U	340	460425	-20	0.939693	432658	U	843833
	345	1836798	-15	0.965926	1774211	TL	585295
	350	1977811	-10	0.984808	1947764	T	62073
	355	719989	-5	0.996195	717249	TG	0
	0	664224	0	1	664224	S	0
	5	511290	5	0.996195	509344	BD	0
	10	468601	10	0.984808	461482	B	11181
	15	462587	15	0.965926	446825	BL	521558
	20	478233	20	0.939693	449392		
TL	25	494642	-20	0.939693	464811		
	30	462032	-15	0.965926	446289		
	35	133544	-10	0.984808	131515		
	40	548326	-5	0.996195	546239		
	45	608436	0	1	608436		
	50	631787	5	0.996195	629383		
	55	657217	10	0.984808	647232		
	60	629054	15	0.965926	607620		
	65	1121012	20	0.939693	1053407		
T	70	108191	-20	0.939693	101666		
	75	104117	-15	0.965926	100569		
	80	90402	-10	0.984808	89029		
	85	90337	-5	0.996195	89993		
	90	48401	0	1	48401		
	95	40663	5	0.996195	40508		
	100	33941	10	0.984808	33425		
	105	23815	15	0.965926	23004		
	110	19138	20	0.939693	17984		
B	250	2906	-20	0.939693	2731		
	255	3707	-15	0.965926	3581		
	260	4550	-10	0.984808	4481		
	265	5302	-5	0.996195	5282		
	270	6068	0	1	6068		
	275	16487	5	0.996195	16424		
	280	18680	10	0.984808	18396		
	285	20889	15	0.965926	20177		
	290	22296	20	0.939693	20951		
BL	295	465680	-20	0.939693	437596		
	300	484019	-15	0.965926	467526		
	305	511504	-10	0.984808	503733		
	310	537628	-5	0.996195	535582		
	315	570722	0	1	570722		
	320	537467	5	0.996195	535422		
	325	673005	10	0.984808	662781		
	330	461170	15	0.965926	445456		
	335	443696	20	0.939693	416938		

C. Peramalan Gelombang

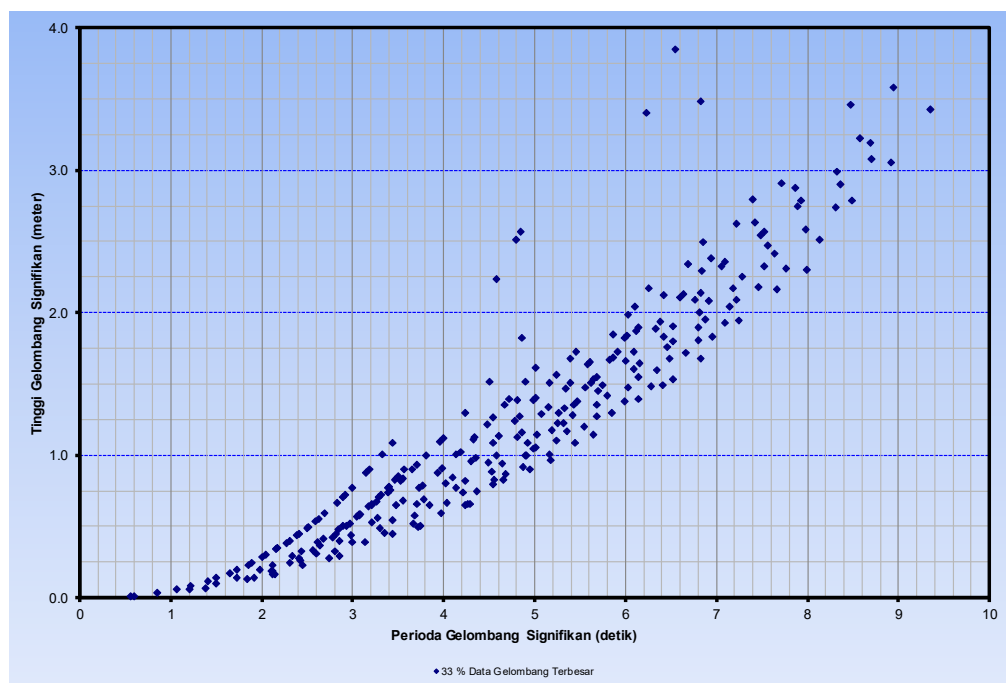
Dengan memperhitungkan kecepatan angin dan panjang fetch maka dapat dilakukan peramalan terhadap arah dan tinggi gelombang di perairan PPN Pekalongan

Tabel 4.5 Presentase Kejadian Gelombang Tahun 2004-2017

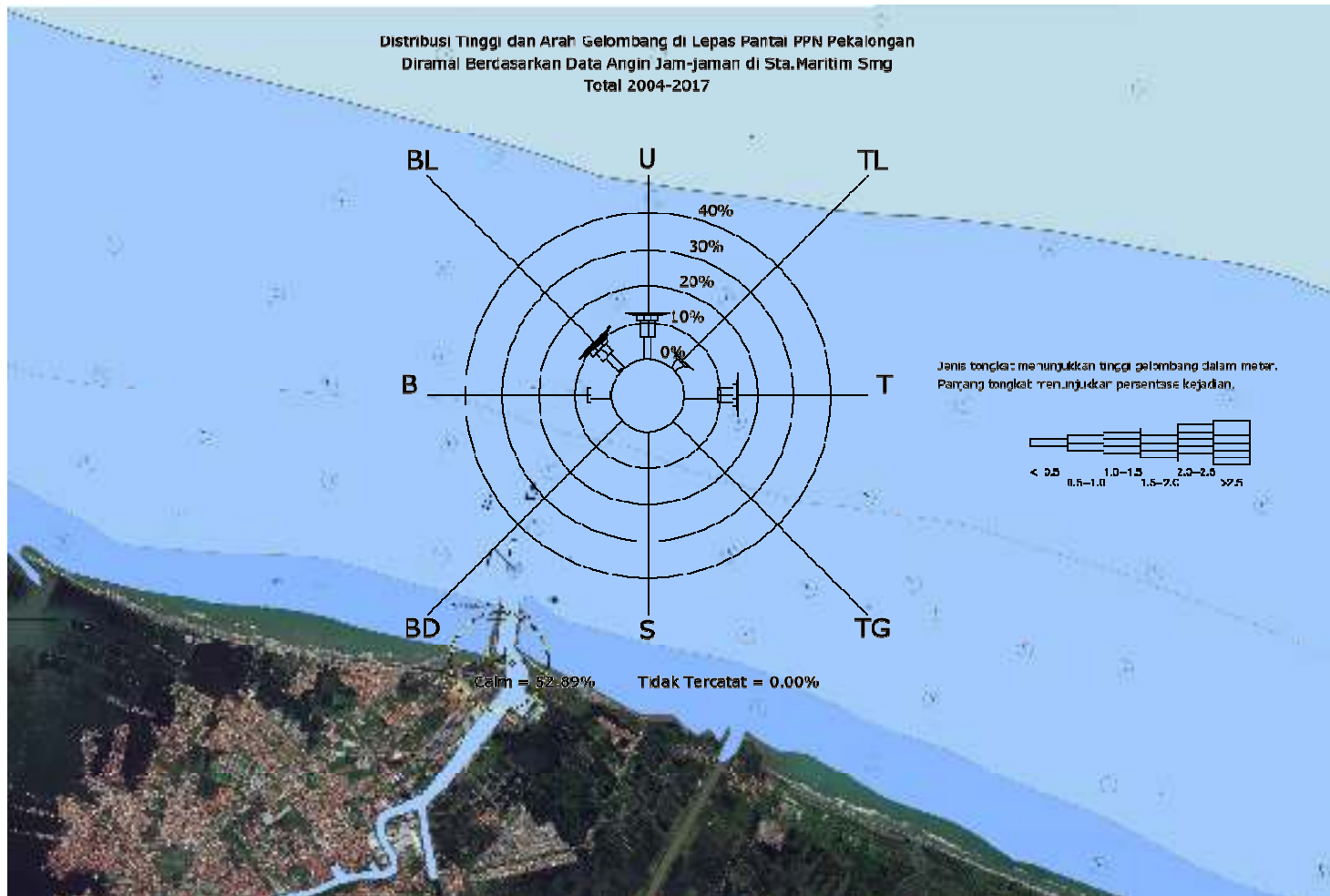
Arah	Tinggi Gelombang (m)						Total
	< 0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	> 2.5	
Utara	5.896	4.519	1.473	0.374	0.089	0.018	12.37
Timur Laut	2.835	0.623	0.064	0.019	0.000	0.005	3.55
Timur	9.377	3.916	1.053	0.104	0.000	0.012	14.46
Tenggara	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
Selatan	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
Barat Daya	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
Barat	5.348	1.032	0.000	0.000	0.001	0.002	6.38
Barat Laut	5.118	2.878	1.256	0.588	0.246	0.268	10.35
Bergelombang							= 47.11
Tidak Bergelombang (<i>calm</i>)							= 52.89
Tidak Tercatat							= 0.00
T o t a l							= 100.00

Dari tabel presentase kejadian gelombang diatas maka dibuat diagram dalam bentuk waverose yang dapat dilihat pada gambar 4.15.

Gelombang signifikan adalah tinggi rerata gelombang dari 33% nilai tertinggi dari hasil peramalan gelombang. Dari hasil analisa gelombang diidapat tinggi gelombang signifikan tahunan (H_s): 1.38 m dengan periode (T_s): 4.80 detik.



Gambar 4.14 Grafik Gelombang Signifikan



Gambar 4.15 Waverose Perairan PPN Pekalongan

D. Gelombang Pecah

- Perhitungan Tinggi Gelombang Pecah

$$\frac{H_o'}{gT^2} \longrightarrow 0.006106$$

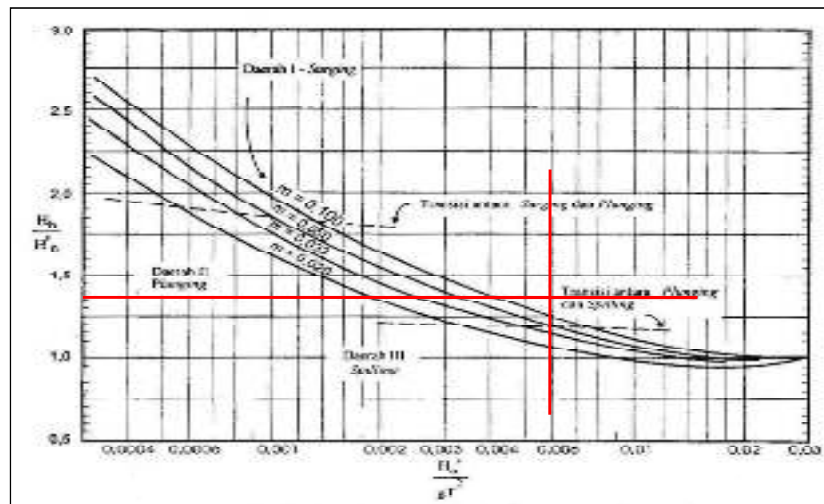
$$\text{dengan } \frac{H_o'}{gT^2} = 0.006106$$

maka;

$$\frac{Hb}{H_o} \longrightarrow 1.15$$

(diisi sesuai grafik)

$$Hb = 1.587 \text{ m}$$



- Perhitungan Tinggi Gelombang Pecah

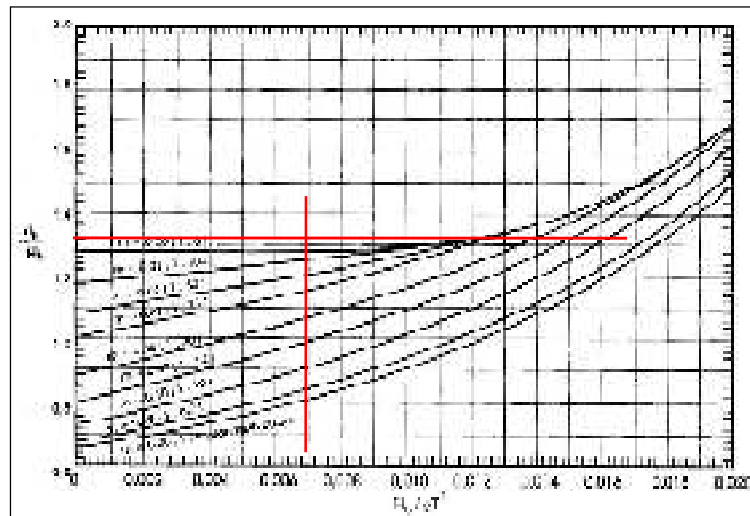
$$\frac{Hb}{gT^2} \longrightarrow 0.007021$$

$$\text{dengan } \frac{db}{Hb} = 1.16$$

(diisi sesuai grafik)

maka;

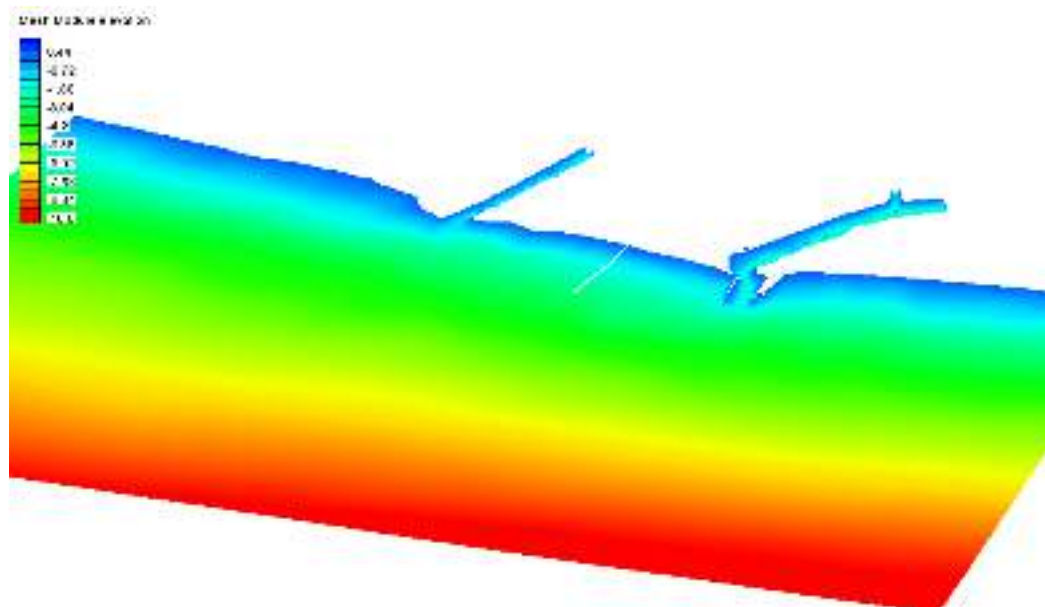
$$db = 1.841 \text{ m}$$



4.2.3. Pemodelan Transformasi Gelombang dengan Modul CGWAVE

Simulasi dilakukan dengan menggunakan modul CGWAVE dari software SMS 10.1. Bathimetri model gelombang menggunakan peta bathimetri hasil sounding dan peta bathimetri PUSHIDROS TNI-AL.

Simulasi dijalankan pada saat kondisi air laut pasang dengan arah gelombang datang dominan yaitu dari barat laut. Utara dan timur dengan tinggi gelombang yaitu 1.38 m dan periode gelombang hasil sebesar 4.80 detik.



Gambar 4.16 Bathimetri Pemodelan CGWAVE

Parameter yang digunakan dalam pemodelan gelombang antara lain:

1. Data gelombang: $H=1.38$ m dan $T=4.80$ detik
2. Arah datang gelombang: Barat Laut, Utara dan Timur

❖ Hasil Pemodelan

Pemodelan pada kondisi eksisting meliputi pemodelan dengan gelombang yang datang dari arah barat laut, utara dan timur. Hasil dari pemodelan kondisi eksisting dapat dilihat pada gambar 4.17 sampai dengan gambar 4.22.



Gambar 4.17 Kontur Tinggi Gelombang
Gelombang Dominan Datang Dari Arah Barat Laut



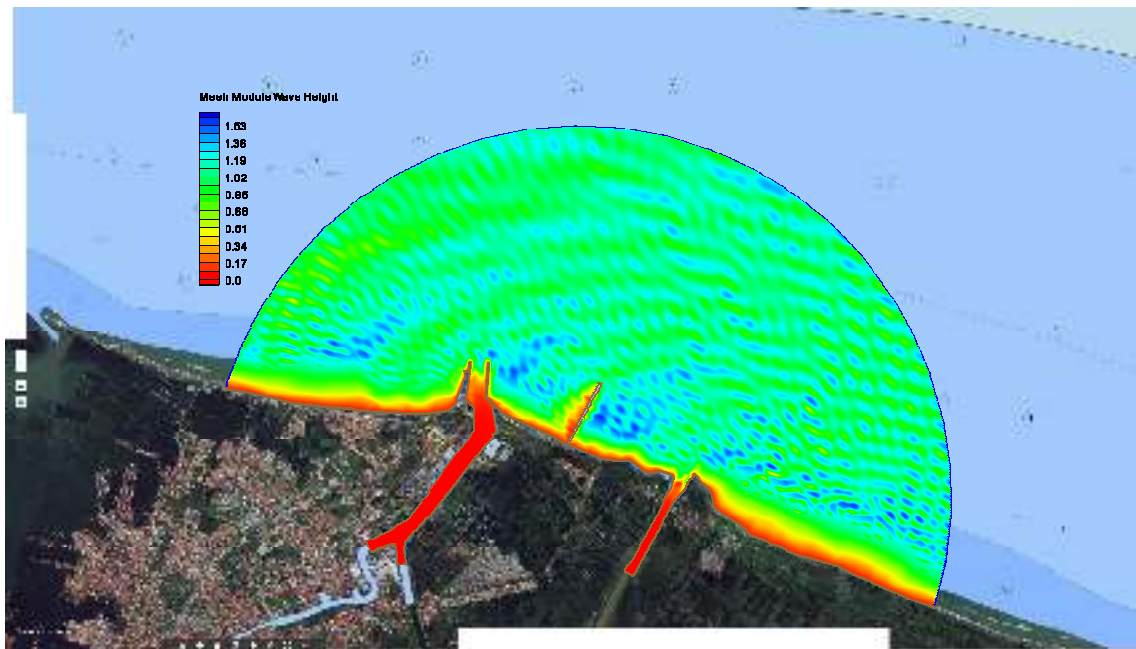
Gambar 4.18 Transformasi Gelombang
Gelombang Dominan Datang Dari Arah Barat Laut



Gambar 4.19 Kontur Tinggi Gelombang
Gelombang Dominan Datang Dari Arah Utara



Gambar 4.20 Transformasi Gelombang
Gelombang Dominan Datang Dari Arah Utara



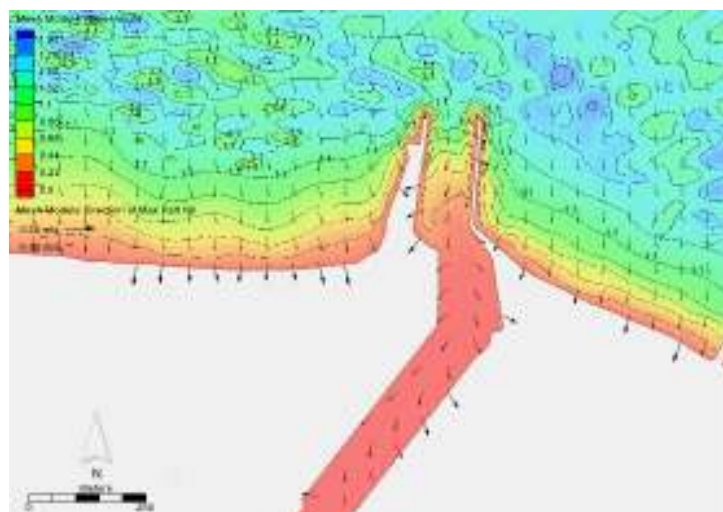
Gambar 4.21 Kontur Tinggi Gelombang
Gelombang Dominan Datang Dari Arah Utara



Gambar 4.22 Transformasi Gelombang
Gelombang Dominan Datang Dari Arah Utara

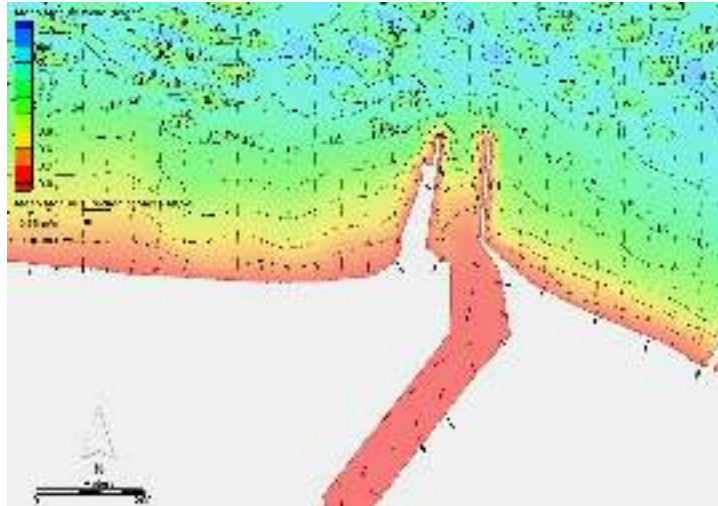
❖ Kesimpulan

1. Gelombang dominan datang dari arah barat laut
Ketinggian gelombang pada mulut alur pelayaran sebesar 1.1 meter dengan kecepatan maksimum partikel gelombang menuju pantai sebesar 0.35 m/detik.



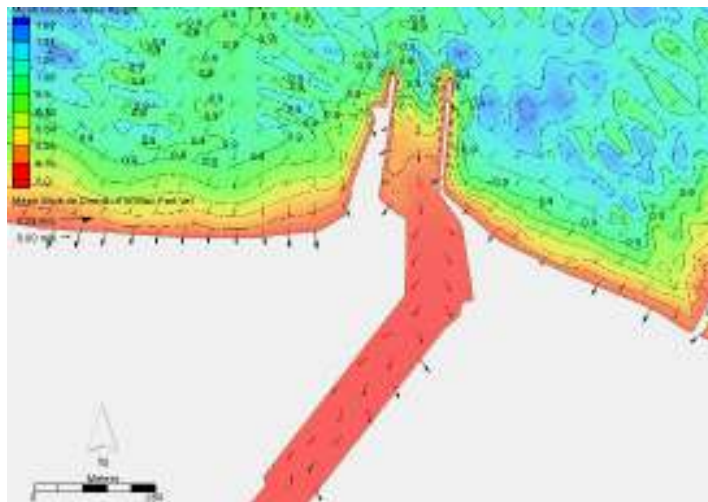
2. Gelombang dominan datang dari arah utara

Ketinggian gelombang pada mulut alur pelayaran sebesar 1.5 meter dengan kecepatan maksimum partikel gelombang menuju pantai sebesar 0.36 m/detik



3. Gelombang dominan datang dari arah timur

Ketinggian gelombang pada mulut alur pelayaran sebesar 0.90 meter dengan kecepatan maksimum partikel gelombang menuju pantai sebesar 0.39 m/detik.



5. Kajian Muara Sungai Pekalongan

5.1. IDENTIFIKASI PERMASALAHAN MUARA SUNGAI PEKALONGAN

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Permasalahan di muara sungai dapat ditinjau di bagian mulut sungai (river mouth) dan estuari.

Proses erosi dan sedimentasi sangat berpengaruh apabila terjadi di lokasi terdapat muara sungai. Alur muara sungai dipengaruhi berbagai faktor luar terutama kondisi dinamis yang ada di pantai. Apabila pantai dengan arus sedimen sejajar pantai cukup besar, maka mulut sungai lebih rentan terhadap gangguan sedimen. Sungai harus berupaya mempertahankan diri dengan mengalirkan debit air yang cukup untuk menggelontorkan pasir. Kondisi demikian akan sangat mudah jika terjadi di musim penghujan atau aliran permukaan di daerah hulu mencukupi. Apabila mulut sungai tidak dapat terbuka dengan aliran yang ada, maka pada musim penghujan berikutnya, bagian yang paling rendah dari mulut yang tertutup pasir pertama kali digerus, kemudian terbuka menjadi mulut baru (Triatmodjo, 1999).

Muara Sungai Pekalongan terletak di perairan pantai utara Jawa yang telah mengalami sedimentasi. Selain berfungsi sebagai tempat pengeluaran akhir dari air sungai, muara Sungai Pekalongan Juga difungsikan sebagai alur pelayaran Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN) Pekalongan.

Berdasarkan pengamatan lapangan secara umum pendangkalan (sedimentasi) pada muara Sungai Pekalongan disebabkan oleh erosi permukaan dari daerah pengaliran sungai dan transport sedimen pantai yang dibawa oleh arus pasang surut maupun gelombang. Debit Sungai Pekalongan yang kecil mendorong proses sedimentasi dimulut muara terjadi secara terus menerus tanpa bisa terbangun ke laut.

5.2. ASPEK TEKNIS

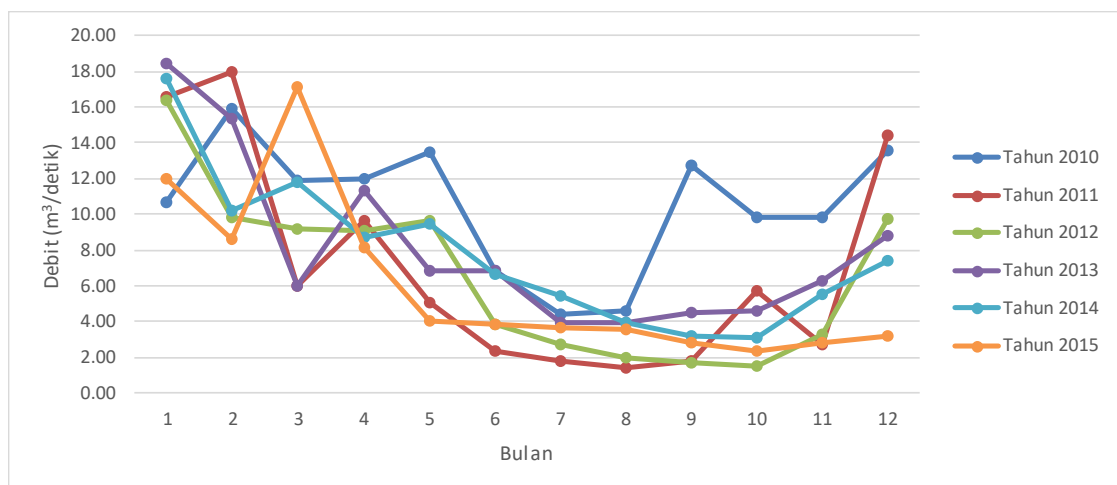
5.2.1. Hidrologi

Data pengukuran debit Sungai Pekalongan pada stasiun Kuripan Kidul dengan lokasi koordinat 06°54'28" LS dan 109°40'24" tahun 2010-2015 didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 2.12 Data Debit Sungai Kupang

Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Ket.
2010	10.66	15.88	11.91	12.01	13.50	6.86	4.46	4.59	12.71	9.85	9.82	13.60	
2011	16.53	17.92	5.99	9.66	5.12	2.32	1.78	1.45	1.79	5.76	2.69	14.40	
2012	16.38	9.79	9.22	9.07	9.67	3.85	2.78	2.02	1.68	1.48	3.27	9.72	
2013	18.42	15.36	6.03	11.37	6.84	6.86	3.95	3.93	4.47	4.59	6.29	8.84	
2014	17.61	10.24	11.79	8.71	9.46	6.66	5.40	3.91	3.17	3.11	5.53	7.39	
2015	12.01	8.64	17.09	8.18	4.06	3.83	3.63	3.59	2.78	2.34	2.86	3.25	
Max	18.42	17.92	17.09	12.01	13.50	6.86	5.40	4.59	12.71	9.85	9.82	14.40	
Rerata	15.27	12.97	10.34	9.83	8.11	5.06	3.67	3.25	4.44	4.52	5.08	9.53	
Min	10.66	8.64	5.99	8.18	4.06	2.32	1.78	1.45	1.68	1.48	2.69	3.25	

(Sumber: Pusdataru Provinsi Jateng)



Gambar 2.17 Grafik Debit Sungai Pekalongan Hasil Pengukuran



Gambar 5.1 Lokasi Stasiun Pencatatan Debit Kuripan Kidul

Debit maksimum yang mengalir pada Sungai Pekalongan yaitu sebesar 18.42 m³/detik yang terjadi pada bulan januari (bulan basah). Sedangkan debit minimum yang mengalir pada Sungai Pekalongan sebesar 1.45 m³/detik yang terjadi pada bulan agustus (bulan kering).

5.2.2. Hidrolika Sungai Pekalongan

Sungai Pekalongan/Banger/Kupang merupakan salah satu sungai terbesar yang mengalir di Kota Pekalongan yang masuk ke dalam DAS Kupang. DAS Kupang adalah bagian dari Daerah Penagliran Sungai SWP DAS Pemali Comal. Luas DAS Kupang melintasi Kabupaten Pekalongan, Kabupaten Batang, Kota Pekalongan dan Kabupaten Banjarnegara.

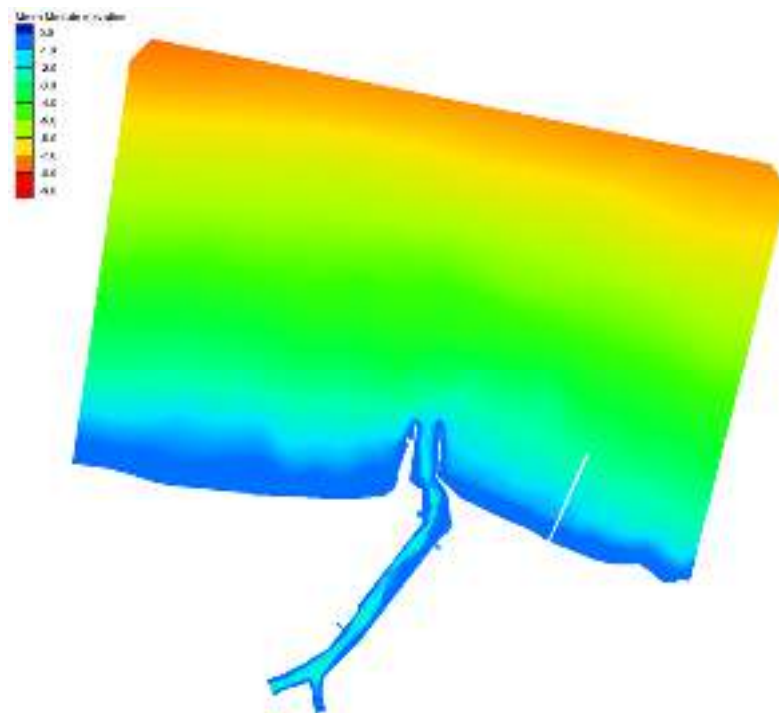
DAS Kupang mempunyai luas 299.4 km² kemiringan di hilir 0.0028 dengan panjang sungai 51.5 km dan Debit yang mengalir di hilir sebesar 502 m³/detik.

Pola aliran di muara sungai selain dipengaruhi oleh debit aliran juga dipengaruhi oleh perilaku pasang surut di muara sungai. Ketika air laut pasang, elevasi muka air di muara naik yang menyebabkan aliran dari hulu terhalang dan kecepatannya berkurang. Pada saat air surut elevasi muka air di muara turun, hal ini membuat air tertarik ke laut secara gravitasi yang menyebabkan kecepatan aliran dari hulu naik.

Dengan lebar sungai 35 meter, kedalaman 2 meter dan kemiringan dasar sungai 0.0005, Sungai Pekalongan mampu menampung debit dengan kapasitas 105 m³/detik.

5.2.3. Pemodelan Arus Sungai Pekalongan Kondisi Eksisting dengan Modul RMA2

A. Layout Pemodelan



Gambar 5.2 Layout Pemodelan RMA2

Parameter desain yang digunakan dalam pemodelan hidrodinamika muara Sungai Pekalongan adalah sebagai berikut

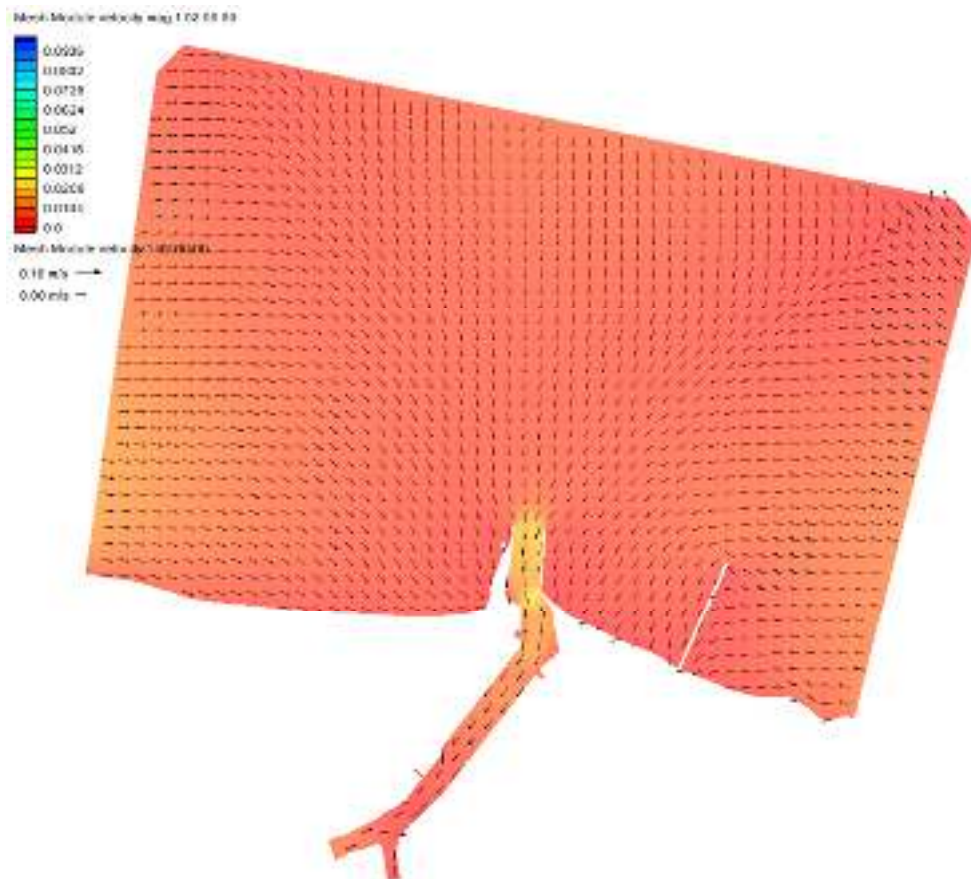
- Elevasi dasar sungai hulu sungai pemodelan adalah -2.5 m.
- Pemodelan memperhitungkan pasang-surut selama 48 jam

- Panjang sungai dalam pemodelan ± 1 km dari mulut muara.
- Simulasi dilaksanakan berdasarkan data pengukuran debit minimum dan maksimum di Sungai Pekalongan
- Debit minimum yaitu $1.45 \text{ m}^3/\text{detik}$, debit maksimum $18.42 \text{ m}^3/\text{detik}$.

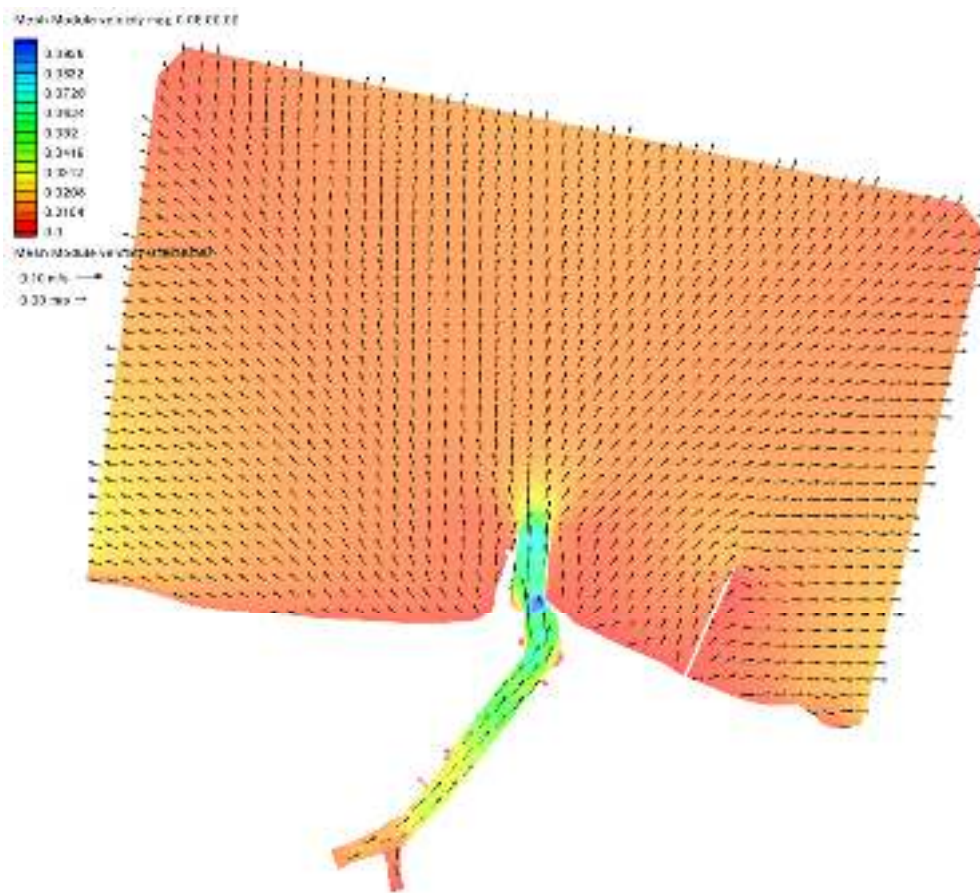
B. Hasil Pemodelan Kondisi Eksisting

Output pemodelan merupakan kecepatan arus yang meliputi 2 kondisi yaitu pada saat debit minimum dan debit maksimum.

➤ Kondisi Debit Minimum ($Q=1.45 \text{ m}^3/\text{detik}$)

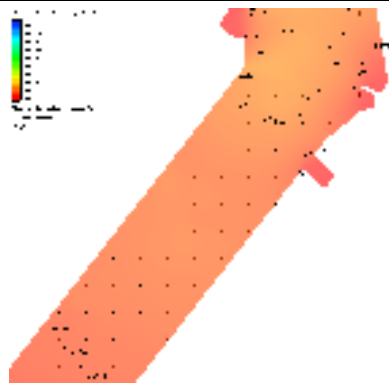


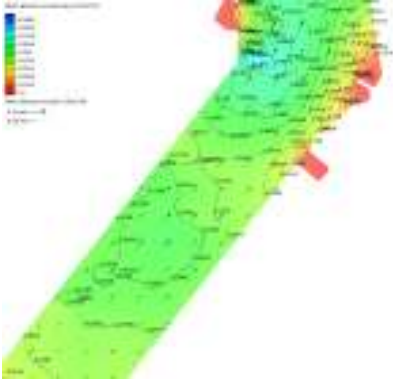
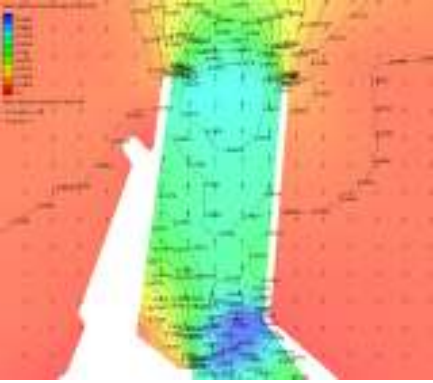
Gambar 5.3 Pemodelan Muara Sungai Pekalongan Kondisi Eksisting
Pada Saat Pasang (Times Step 26)



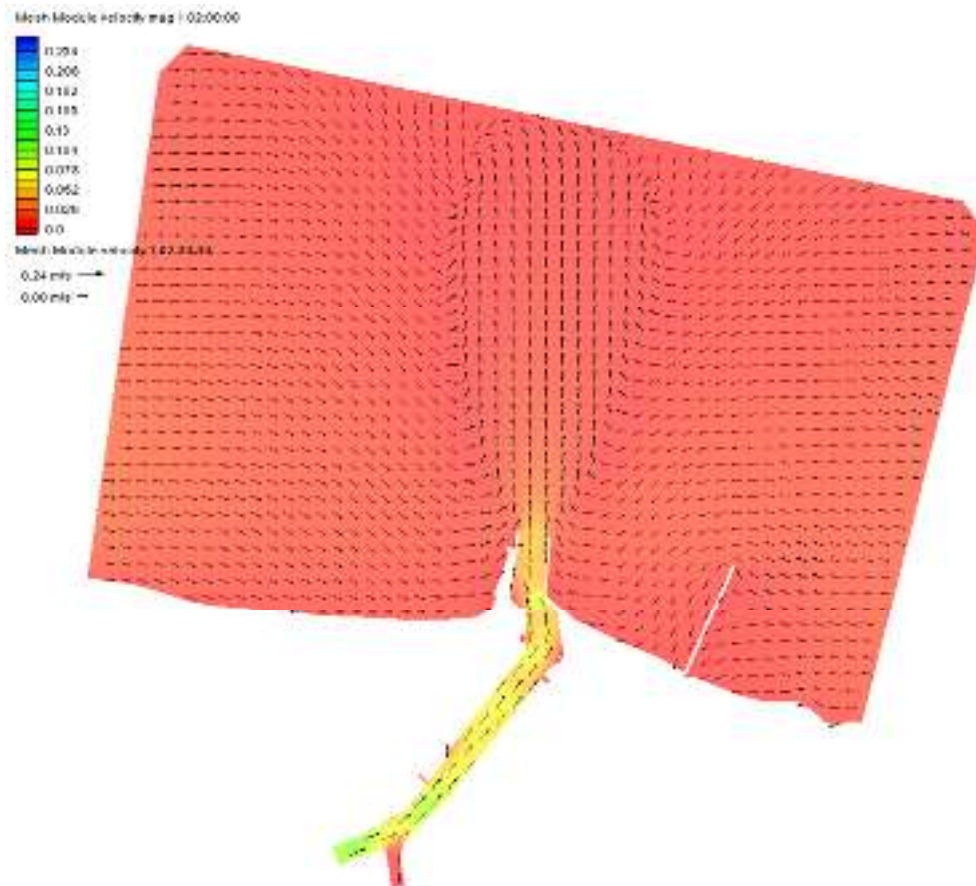
Gambar 5.4 Pemodelan Muara Sungai Pekalongan Kondisi Eksisting Pada Saat Surut (Time step 6)

Tabel 2.13 Hasil Simulasi Arus Kondisi Debit Minimum

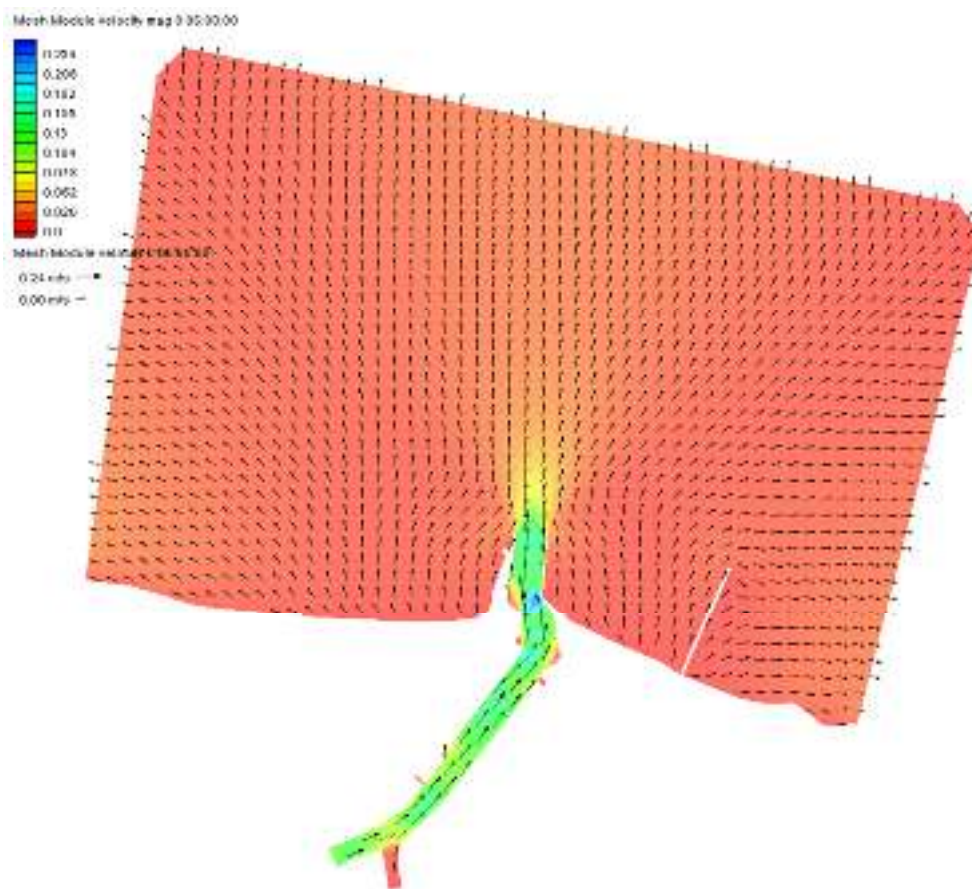
No	Kondisi	Hasil Simulasi	Lokasi	Kecepatan Arus (m/detik)
1	Pasang		Di Depan Dermaga	0.005

No	Kondisi	Hasil Simulasi	Lokasi	Kecepatan Arus (m/detik)
2	Surut			0.04
3	Pasang		Mulut Alur Pelayaran	0.015
4	Surut			0.06

➤ **Kondisi Debit Maksimum ($Q=1.45 \text{ m}^3/\text{detik}$)**

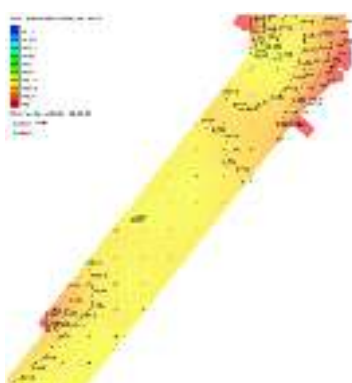


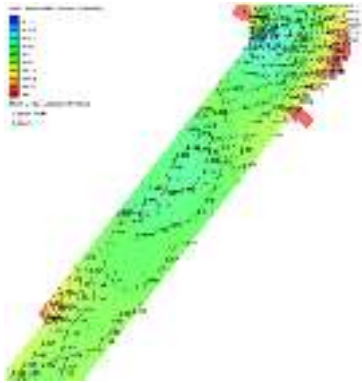
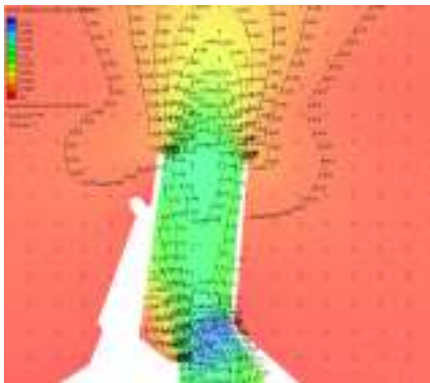
Gambar 5.5 Pemodelan Muara Sungai Pekalongan Kondisi Eksisting Pada Saat Pasang (Time Step 26)



Gambar 5.6 Pemodelan Muara Sungai Pekalongan Kondisi Eksisting Pada Saat Surut (Time Step 6)

Tabel 2.14 Hasil Simulasi Arus Kondisi Debit Maksimum

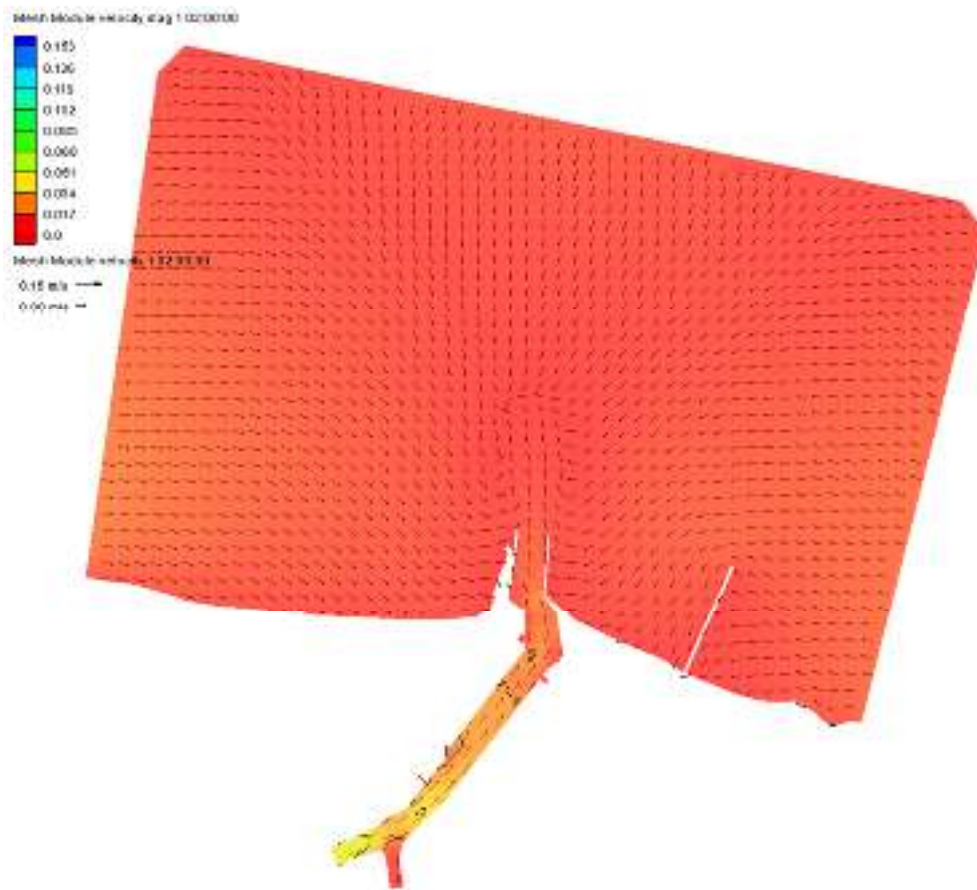
No	Kondisi	Hasil Simulasi	Lokasi	Kecepatan Arus (m/detik)
1	Pasang		Di Depan Dermaga	0.052

No	Kondisi	Hasil Simulasi	Lokasi	Kecepatan Arus (m/detik)
2	Surut			0.143
3	Pasang		Mulut Alur Pelayaran	0.039
4	Surut			0.143

C. Kesimpulan Hasil Pemodelan Arus Sungai Pekalongan Kondisi Eksiting

1. Pada saat terjadi debit minimum air pasang masuk sampai dengan pertemuan Sungai Banger. Kecepatan arus maksimal 0.10 m/detik.
2. Pada saat terjadi debit maksimum air pasang tidak dapat masuk ke Sungai Pekalongan karena terdorong oleh debit sungai yng cukup besar.

3. Titik point pertemuan antara arus sungai dan arus pasang surut merupakan lokasi dimana sedimen mengendap.
4. Dari simulasi arus debit minimum yang dibutuhkan untuk penggelontoran adalah $8\text{m}^3/\text{detik}$.



Gambar 5.7 Simulasi Debit Minumum Yang Dibutuhkan Untuk *Flushing* Kondisi Pada Saat Pasang

5.2.4. Sedimentasi

A. Laju Sedimentasi Sungai

Komposisi angkutan muatan material dasar (*bed material transport*) yang mengalir pad suatu sungai terdiri dari angkutan muatan dasar (*bed load transport*) dan angkutan muatan layang (*suspended load transport*).

- a. Muatan dasar (*bed load*), sedimen dasar yang bergerak dalam aliran sungai dengan bergulir, meluncur dan meloncat-loncat di atas permukaan dasar sungai.

- b. Muatan layang (*suspended load*), adalah sedimen yang terdiri dari butiran halus dengan ukuran lebih kecil dari 0.1 mm dan senantiasa melayang.

1. Estimasi Perhitungan Sedimen Sungai secara Teoritis:

Hasil perhitungan sedimen dasar Sungai Pekalongan secara teoritis dapat dilihat pada uraian berikut:

Data

1. Tinggi Muka Air (H)	:	2.00 m	ρ air	:	1000 kg/m ³
2. Debit Sungai (Q)	:	18.42 m ³ /detik	ρ_s sedimen	:	2650 kg/m ³
3. Luas Penampang (A)	:	70 m	Perc. Grav	:	9.81 m/detik ²
4. Lebar Dasar Sungai (W)	:	35 m			
5. Kemiringan Dsr Sungai (S)	:	0.0005			
6. Radius Hidroulis (R)	:	1.795 m			
7. Ukuran Butiran	D_{90} :	5.00 mm	:	0.005 m	
	D_{50} :	0.60 mm	:	0.0006 m	

Pembahasan

Kecepatan rata-rata: $\frac{Q}{A} : 0.26 \text{ m/detik}$

Koefisien kekasaran *Manning* $n : \frac{1}{v} R^{2/3} S^{1/2}$ dimana $n : 0.1255$

maka $n' : 0.0159$

$$\psi : \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \times \frac{D_{50}}{R \left(\frac{n'}{n} \right)^{3/2} S} \text{ shg } \psi : 1.65 \times 14.82$$

$$: 24.452$$

$$\phi : \left(\frac{4}{\psi} - 0.188 \right)^{3/2} \text{ shg } \phi : 0.082$$

$$\phi : \frac{q_b}{\rho_s} \left[\sqrt{\frac{\rho}{\rho_s - \rho} \times \frac{1}{g D_{50}^3}} \right]$$

$$0.082 : \frac{q_b}{2650} \times \left| \frac{1000}{1650} \times \frac{1}{9.81 \times 0.0006^3} \right|^{1/2}$$

$$0.082 : \frac{q_b}{2650} \times 16912.1$$

$$q_b : 0.013 \text{ kg/detik/m}$$

$$Q_b : q_b \times W \text{ shg} \quad Q_b : 0.45 \text{ kg/detik} \quad Q_b : 38886.9245 \text{ kg/hari} \\ : 38.887 \text{ ton/hari}$$

2. Estimasi Perhitungan Sedimen Sungai dari *Dredging* (2016-2018):

Hasil perhitungan sedimen dasar Sungai Pekalongan berdasarkan data pengerukan (*dredging*) yang dilaksanakan pada sekitar Area Pelabuhan, dapat dilihat pada uraian berikut:

Ketebalan endapan/sedimen rerata yang diperoleh dari hasil sounding dari tahun 2016 s/d 2018 (April), seperti ditunjukkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Tebal Endapan/Sedimen Rerata 2016-2018

No	Tahun	Endapan (m)
1	2016	1,31
2	2017 S1	1,45
3	2017 S2	1,22
4	2018 S1	1,52
5	2018 S2	1,55
Rerata tebal endapan=		1,41

Pengukuran kedalaman dilakukan pada alur Sungai Pekalongan sepanjang kurang lebih 561,28 m, dengan lebar rerata sungai 101,55 m pada bagian muara/alur pelayaran. Dengan menggunakan data berat sedimen $\rho_s = 2,65 \text{ ton/m}^3$, maka jumlah sedimen sungai dapat diestimasi sebesar:

$$\Delta Q = p \times l \times t \times \rho_s$$

$$= 561,28 \times 101,55 \times 1,41 \times 2,65$$

$$= 212.972,967 \text{ ton/tahun}$$

$$= 583,49 \text{ ton/hari.}$$

B. Transpor Sedimen Sepanjang Pantai

Dari hasil inspeksi lapangan dan citra satelit diketahui transport sedimen yang terjadi pada perairan PPN Pekalongan dominan dari arah timur, dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 5.8 Arah Transport Sedimen Sepanjang Pantai Perairan PPN Pekalongan

Perhitungan transport sedimen pantai pada muara Sungai Pekalongan menurut CERC menggunakan persamaan berikut.

$$Q_s = 0.401P_1$$

$$P_1 = \frac{\rho g}{8} \times H b^2 \times C_b \times \sin \alpha \times \cos \alpha$$

Dimana:

Q_s = Angkutan sedimen sepanjang pantai (m^3 /tahun)

- P1 = Komponen fluks energy gelombang sepanjang pantai pada saat gelombang pecah (Nm/d/m)
- ρ = Rapat massa air laut = 1025 (kg/m³)
- Hb = Tinggi gelombang pecah = 1.5801 (m)
- Cb = Cepat rambat gelombang pecah (m/detik)
- $$Cb = \sqrt{g \times db} = 4.24039 \text{ (m/detik)}$$
- α = Sudut datang gelombang pecah = 20°
- g = Percepatan gravitasi = 9.81 (m/detik²)

Perhitungan transport sedimen sepanjang pantai menggunakan prinsip jumlah angkutan sedimen yang masuk dikurangi dengan jumlah angkutan sedimen yang keluar dalam suatu ruas. Panjang ruas yang diperhitungkan adalah dari muara sudetan Sungai Banger sampai dengan muara Sungai Pekalongan. Panjang garis pantai diantara kedua ruas tersebut adalah 1200 meter. dengan menggunakan persamaan diatas didapatkan hasil sebagai berikut.

❖ Ruas-1

$$P1 = \frac{\rho g}{8} \times Hb^2 \times Cb \times \sin \alpha \times \cos \alpha = 4.50 \text{ tm/dt/m}$$

$$P1 = 4.28 \times 24 \times 3600 = 388869.02 \text{ tm/hari/m}$$

$$Qs1 = 0.401 \times 388869.02 = 155936.48 \text{ m}^3/\text{hari}$$

❖ Ruas-2

$$P1 = \frac{\rho g}{8} \times Hb^2 \times Cb \times \sin \alpha \times \cos \alpha = 4.32 \text{ tm/dt/m}$$

$$P1 = 4.28 \times 24 \times 3600 = 373559.64 \text{ tm/hari/m}$$

$$Qs2 = 0.401 \times 373559.64 = 149797.41 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Sehingga,

$$\Delta Q = \frac{\text{Sedimen masuk } (Qs_1) + \text{Sedimen keluar } (Qs_2)}{2}$$

$$\Delta Q = \frac{155936.48 + 149797.41}{2} = 230835.18 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\Delta Q = 353177.83 \text{ ton/hari}$$

5.3. ASPEK TATA RUANG

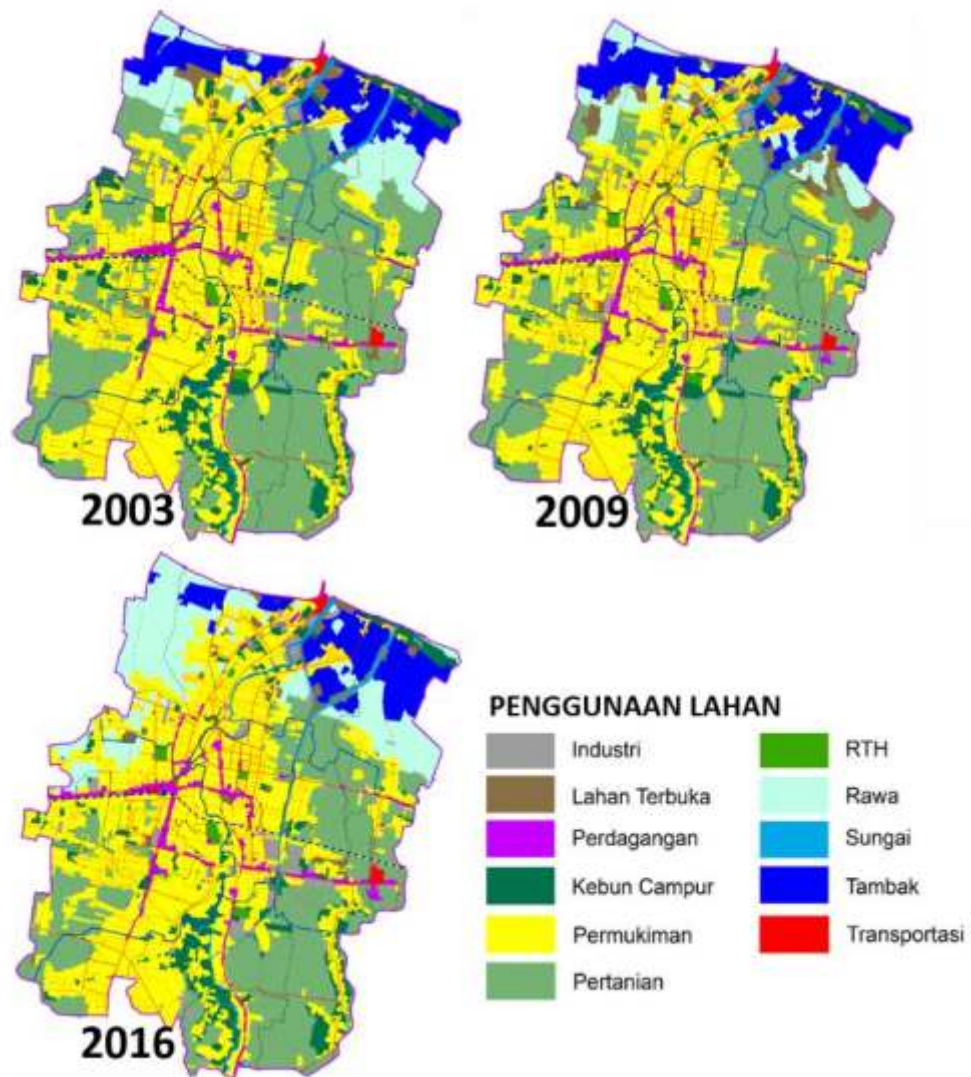
Daerah Aliran Sungai (DAS) dipandang sebagai ekosistem tata air dan digunakan sebagai unit pengelolaan sumberdaya alam vegetasi, tanah dan air yang rasional. DAS merupakan wilayah daratan dengan batas alam berupa punggung-punggung bukit sehingga tidak selalu berhimpitan dengan batas administrasi pemerintahan.

Kondisi hulu DAS sungai pekalongan di Kabupaten Pekalongan dominasi oleh pemukiman penduduk dan dari tahun ke tahun permukiman penduduk di kota pekalongan semakin bertambah. Pada tabel berikut dapat dilihat statistika perubahan penggunaan lahan di Kota Pekalongan Pada Tahun 2003,2009 dan 2016.

Tabel 2.11 Statistika Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)		
		2003	2009	2016
1	Industri	109.90	120.37	146.24
2	Lahan Terbuka	66.65	137.08	66.30
3	Perdagangan	117.62	127.59	135.82
4	Kebun Campur	328.10	293.29	267.91
5	Permukiman	1805.93	1878.21	1977.02
6	Pertanian	1582.59	1474.27	1127.24
7	Rawa	252.84	163.01	545.91
8	RTH	27.71	27.71	27.71
9	Sungai	76.62	76.62	76.62
10	Tambak	283.63	347.45	274.83
11	Transportasi	15.41	15.41	15.41

(Sumber: Jurnal Teknik ITS, 2017)



Gambar 5.9 Peta Penggunaan Lahan Kota Pekalongan Tahun 2003,2009 dan 2016

Dari peta dan tabel penggunaan lahan Kota Pekalongan dapat dilihat penggunaan lahan di Kota Pekalongan di dominasi oleh Pemukiman dan pertanian. Dari tahun 2003 ke tahun 2009 luas pemukiman mengalami kenaikan sebesar 4 % sedangkan dari tahun 2009 ke tahun 2016 kenaikan penggunaan lahan pemukiman sebesar 5.2%.

Perubahan penggunaan lahan utamanya permukiman dan industri dapat membuat air sungai yang bersih menjadi keruh akibat erosi dan larutnya limbah zat beracun dari daerah industri di sekitar bantaran Sungai

Pekalongan. Permasalahan lain yaitu badan sungai akan semakin sempit karena terdesak oleh pemukiman penduduk.

5.4. ASPEK SOSIAL BUDAYA

Batas Hulu DAS Kupang terletak di pegunungan Dieng dimana secara administratif masuk wilayah Kecamatan Wanayasa Kabupaten Banjarnegara. Pada bagian batas hulu DAS Kupang pemanfaatan lahan masih berupa hutan.

Pada bagian menengah hulu DAS Kupang masih berupa dataran tinggi yaitu pada Kecamatan Wonotunggal Kabupaten Batang sampai dengan Kabupaten Pekalongan. Pada bagian menengah Sungai Kupang terdapat anak sungai yaitu Sungai Kempyungan dan terdapat Bendung Kupang Krompeng. Pemanfaatan lahan pada bagian tengah Sungai Kupang yaitu mayoritas untuk pemukiman dan sawah irigasi. Namun juga banyak dijumpai industri kecil seperti pabrik kulit dan usaha celup jeans.

Di sepanjang sungai kupang bagian menengah banyak dijumpai sampah dan penambangan galian C yang menyebabkan meningkatnya kekeruhan dari air Sungai Pekalongan.. pada wilayah ini Sungai Kupang terbagi menjadi 2 yaitu Sungai Pekalongan yang masuk ke Kota Pekalongan dan Sungai Banger yang langsung menuju ke laut.



Gambar 5.10 Sampah pada Sungai Kupang

Sedangkan bagian hilir Sungai Kupang merupakan dataran rendah masuk dalam wilayah Kota Pekalongan. Karena masuk dalam wilayah Kota Pekalongan nama Sungai Kupang berubah menjadi Sungai Pekalongan. Penggunaan lahan pada wilayah ini mayoritas adalah pemukiman penduduk, industri tekstil, perdagangan dan jasa. Sedangkan pada bagian muara merupakan sentra kegiatan masyarakat pesisir, tambak dan pemukiman nelayan.

Aktivitas industri tekstil, perbaikan dan perakitan kapal serta transaksi perikanan banyak menghasilkan limbah dan sampah yang secara langsung maupun tidak langsung masuk dalam Sungai Pekalongan. Limbah dan sampah tersebut menyebabkan air terlihat hitam dan berminyak. Akibat terbaginya debit sungai Kupang ke Sungai Banger debit yang mengalir di Sungai Pekalongan menjadi kecil. Disamping itu banyaknya kapal nelayan yang tambat memenuhi badan sungai membuat aliran Sungai Pekalongan menjadi terhambat sehingga limbah sampah dari hulu memenuhi hilir Sungai Pekalongan.



Gambar 5.11 Kondisi Badan Sungai Pekalongan Untuk Tambat Kapal Nelayan

5.5. ASPEK LINGKUNGAN

Berdasarkan pengamatan secara visual, kondisi fisik Sungai Kupang dari hilir ke hulu terlihat tercemar terutama di bagian hilir mulai dari muara sungai yang dipakai untuk dermaga kapal sampai mendekati bagian tengah, dimana aktivitas domestik dan industri banyak terpusat di bagian ini. Secara visual sudah terlihat adanya perubahan warna air sungai yang tidak lagi jernih melainkan berwarna kecoklatan hingga kehitaman. Kondisi Sungai Kupang pada bagian hulu secara visual masih cukup baik, hal ini dimungkinkan di sepanjang hulu Sungai Kupang tidak banyak ditemukan pabrik atau industri dan pembuangan air limbah domestik.



Gambar 5.12 Kondisi Sungai Pekalongan Yang Tercemar

5.5.1. Limbah Domestik

Kuantitas limbah domestik ditentukan oleh kenaikan jumlah penduduk sepanjang pengaliran sungai. Semakin bertambahnya jumlah penduduk mengakibatkan semakin meningkatnya volume air limbah domestik yang dibuang ke badan sungai. Hal ini juga meningkatkan beban pencemaran bahan organik yang diterima oleh sungai sebagai tempat pembuangan air akan semakin berat. Peningkatan sumber limbah yang dibuang ke sungai mengakibatkan sungai (sebagai badan penerima limbah) menjadi semakin berat untuk dapat mengurainya (Wardhana, 1995).

5.5.2. Limbah Industri

Air limbah industri yang dibuang ke sungai merupakan sumber pencemar titik (*point source*) yang memberikan sumbangan beban pencemaran sungai. Industri yang membuang air limbah ke sungai Kupang adalah industry garment, tekstil dan pengolahan ikan.

Dari hasil studi terdahulu mengenai beban pencemaran pada Sungai Kupang menunjukkan bahwa parameter yang memberikan beban pencemaran tertinggi pada Sungai Kupang/Pekalongan adalah COD yaitu sebesar 1.962,50 kg/hari dan BOD sebesar 1.011,30 kg/hari.

5.5.3. Limbah Pertanian

Beban pencemaran pertanian merupakan beban pencemaran yang berasal dari limpasan kegiatan pertanian yang masuk ke Sungai Kupang/Pekalongan. Sumber pencemaran limbah pertanian paling besar pada wilayah hulu Sungai Kupang/Pekalongan karena pemanfaatan wilayah bagian hulu untuk lahan pertanian cukup besar.

6. Usulan Penanganan

6.1. USULAN PENANGANAN

Dari hasil kajian terhadap Muara Sungai Pekalongan maka beberapa permasalahan yang dapat disimpulkan antara lain

1. Pertemuan arus sungai dan arus pasang surut di depan dermaga PPN Pekalongan.
2. Sedimentasi dasar Sungai Pekalongan sebesar 1.81 ton/hari
3. Sedimentasi akibat transport sedimen sepanjang pantai sebesar 7.82 ton/hari
4. Limbah sampah dari hulu memenuhi badan Sungai Pekalongan.
5. Tambat kapal yang memenuhi badan Sungai Pekalongan.

Terhadap permasalahan yang terjadi di Muara Sungai Pekalongan maka didisusun beberapa alternatif penanganana jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6.1 Matriks Usulan Penanganan

No	Penanganan	Jangka Pendek	Jangka Menengah	Jangka Panjang
1	Pengerukan secara berkala			
2	Suplesi dari hulu Sungai Bremsi			
3	Pembuatan Sandtrap pada saluran/anak sungai			
4	Pembuatan Trassrack pada saluran/anak sungai			
5	Modifikasi Jetty			
6	Kegiatan peduli lingkungan pesisir			

No	Penanganan	Jangka Pendek	Jangka Menengah	Jangka Panjang
6	Pembuatan kolam tambat perahu			
7	Realisasi pelabuhan <i>onshore</i>			
8	Pengelolaan Daerah Aliran Sungai			

6.1.1. Pengerukan Secara Berkala

Dari hasil kajian simulasi arus, untuk dapat mendorong sedimen dasar sungai kearah laut diperlukan debit minimum sungai sebesar 8 m³/detik utamanya pada bulan kering. Untuk mendapatkan debit minimum sebesar 8 m³/detik sudah tidak dimungkinkan maka perlu pengerukan secara berkala.

Pengerukan secara berkala dilakukan untuk mengatasi sedimentasi dasar sungai yang berasal dari hulu. Pengerukan dilakukan utamanya pada bulan kering yaitu bulan Juni-Nopember.

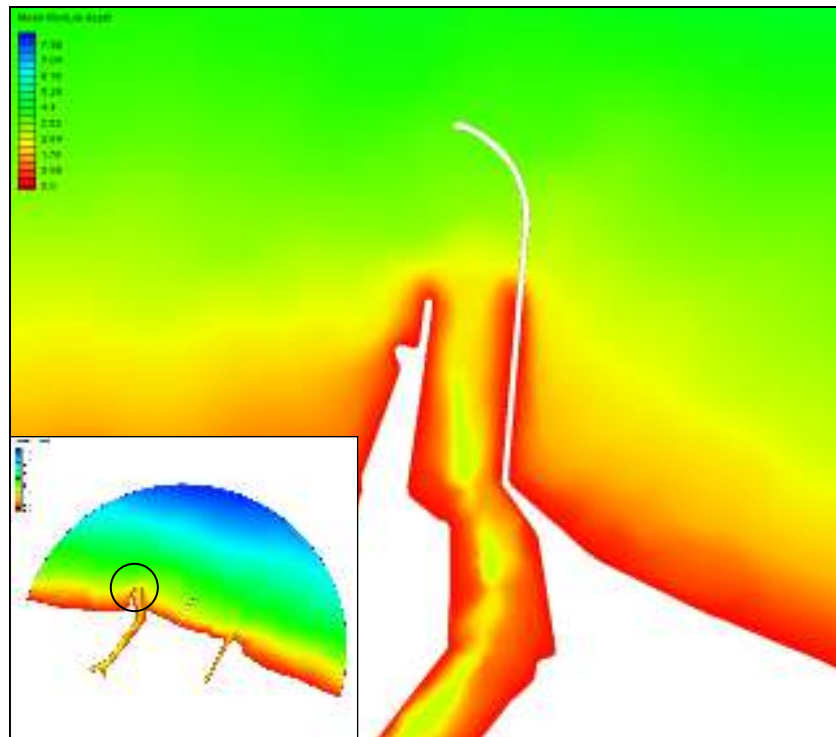
6.1.2. Suplesi dari Hulu Sungai Bremsi

Sesuai dengan konsep sistem polder pada daerah hilir sungai Bremsi bahwa air yang masuk ke area sistem Bremsi akan dibuang ke laut dengan menggunakan pompa. Untuk meringankan kinerja pompa pada sistem tersebut maka sebagian air pada hulu sungai Bremsi akan dialirkan menuju Sungai Pekalongan.

6.1.3. Modifikasi Breakwater/Jetty Eksisting

Desain modifikasi breakwater/jetty yaitu dengan memperpanjang breakwater/jetty eksisting bagian timur dan dibelokkan kearah barat laut. Dengan demikian alur pelayaran akan menghadap kearah barat. Hal tersebut dimaksudkan agar sedimentasi dari laut baik sedimen sepanjang pantai maupun sedimen tegak lurus pantai tidak langsung masuk ke dalam alur pelayaran.

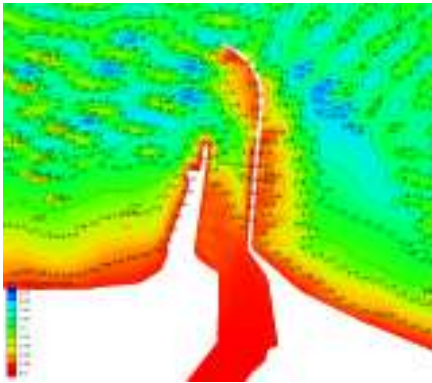
❖ **Layout Pemodelan**

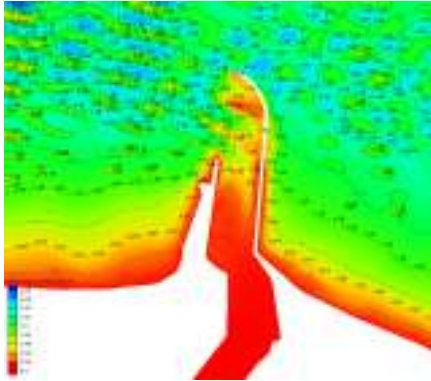
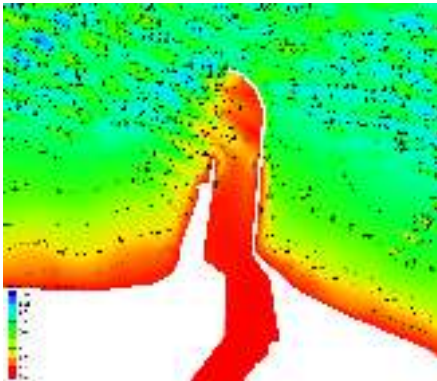


Gambar 6.1 Modifikasi Jetty Eksisting

❖ **Hasil Pemodelan Terhadap Gelombang**

Tabel 6.2 Hasil Pemodelan Modifikasi Breaakwater/Jetty Eksisting

No	Hasil Pemodelan	Tinggi Gelombang (m)
1	 Gelombang dari arah barat laut	1.30

No	Hasil Pemodelan	Tinggi Gelombang (m)
2	 Gelombang dari arah utara	1.28
3	 Gelombang dari arah timur	0.64

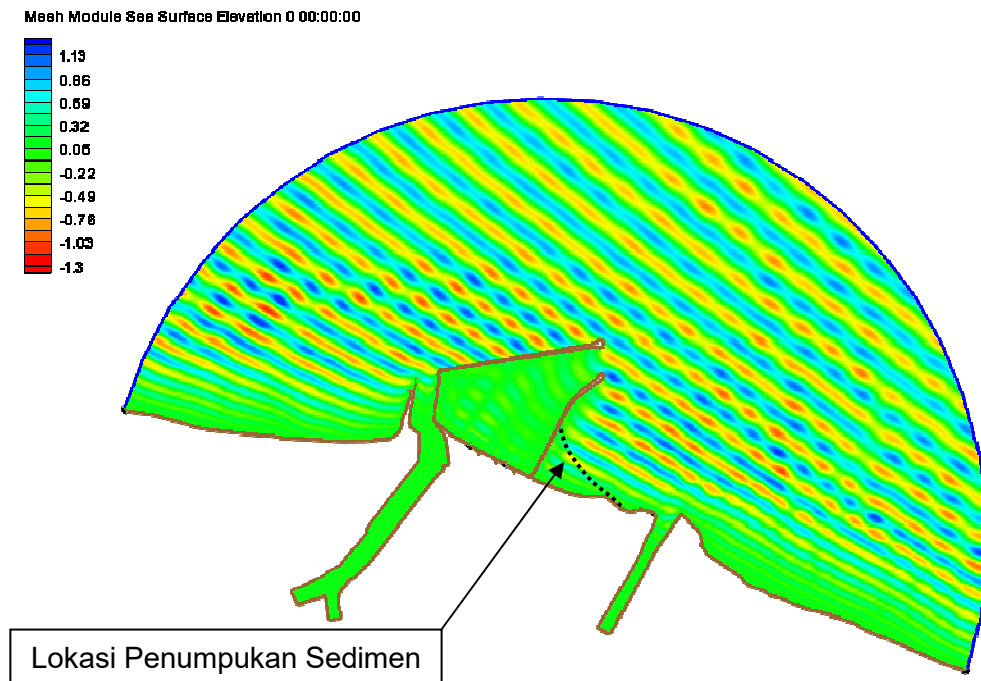
Kelebihan dan kekurangan modifikasi Breakwater/Jetty eksisting adalah sebagai berikut:

Kelebihan: Menahan laju sedimentasi sepanjang pantai dari arah timur dan laju sedimentasi tegak lurus pantai sehingga tidak langsung masuk ke dalam muara.

Kekurangan: Mulut alur pelayaran menghadap barat sehingga pada saat musim baratan ketinggian gelombang pada mulut alur mencapai 1.30 meter.

6.1.4. Realisasi Pelabuhan *on shore*

Masterplan PPN Pekalongan tahun 2011 berupa *Onshore Harbour* dapat berfungsi menekan laju transport sedimen sepanjang pantai dari arah timur.



Gambar 6.1 Ilustrasi Sedimentasi Setelah Realisasi Pelabuhan *On Shore*

Transpor sedimen sepanjang pantai terjadi pada elevasi sampai dengan gelombang pecah, sehingga bangunan pengendali sedimen dibuat sampai dengan kedalaman tertentu melewati gelombang pecah dengan maksud sedimen akan kembali ke laut apabila mencapai kedalaman diatas gelombang pecah.

Desain breakwater sisi timur Pelabuhan on shore berfungsi untuk menahan sedimen sepanjang pantai yang dominan dari arah timur. sehingga diharapkan sedimen sepanjang pantai akan terkumpul pada bagian pangkal breakwater sisi timur seperti ilustras gambar 6.1.

6.1.5. Sandtrap dan Trasrack Pada Saluran dan Anak Sungai

Penanganan sedimentasi dasar sungai berupa penerukan dan pembuatan sandtrap pada anak-anak sungai yang masuk ke dalam Sungai Pekalongan.

Penanganan limbah sampah berupa pembuatan trasrack pada saluran/anak sungai yang menuju Sungai Pekalongan serta sosialisasi terhadap warga masyarakat agar tidak membuang sampah pada sungai.

6.1.6. Kolam Tambat Perahu Nelayan

Pembuatan kolam tambat perahu nelayan dimaksudkan untuk mengakomodir perahu-perahu nelayan dengan tonase tertentu agar tidak parkir/tambat pada badan sungai. Lokasi kolam tambat diutamakan berdekatan dengan dermaga PPN Pekalongan. Alternatif lokasi kolam tambat perahu nelayan yang diusulkan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 6.2 Alternatif Lokasi Kolam Tambat Perahu Nelayan

6.1.7. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

Komponen daerah aliran sungai dibagi menjadi 3 yaitu bagian hulu, tengah dan hilir. Dimana bagian hulu merupakan daerah tangkapan air, bagian

tengah merupakan pengatur/distributor air, sedangkan bagian hilir merupakan pemakai air. Pengelolaan daerah aliran sungai mempunyai tujuan agar masing masing komponen saling terintegrasi sebagai satu kesatuan hidrolis. Beberapa upaya pengelolaan daerah aliran sungai adalah sebagai berikut:

1. Memperbaiki keseimbangan ekologi pada bagian hulu.
2. Mengajak masyarakat untuk peduli lingkungan dengan tidak membuang sampah pada saluran atau sungai.
3. Pengerukan sampah dan sedimen baik pada bagian tengah maupun hilir daerah aliran sungai.
4. Penegakan aturan hubungannya dengan pendirian bangunan pada sempadan sungai.

7. Penutup

7.1. KESIMPULAN

Setelah melakukan kajian terhadap permasalahan . Kesimpulan dari pekerjaan Kajian Muara Sungai Pekalongan adalah sebagai berikut.

Kesimpulan yang dapat diambil dalam laporan pendahuluan ini antara lain:

1. Lokasi pekerjaan di Muara sungai Pekalongan
2. Muara Sungai Pekalongan mengalami pendangkalan yang disebabkan oleh sedimentasi dari sungai sebesar 38.87 ton/hari dan sedimentasi dari laut sebesar 353177.83 ton/hari.
3. Pendangkalan juga disebabkan oleh limbah sampah yang berasal dari hulu sungai.
4. Aliran Sungai Pekalongan pada bagian muara tidak lancar karena badan sungai difungsikan sebagai parkir kapal nelayan.
5. Usulan penanganan atas permasalahan di lokasi pekerjaan adalah sebagai berikut:

No	Waktu	Usulan Penanganan
1	Jangka Pendek (1-2 tahun)	1. Pengerukan secara berkala utamanya pada bulan kering 2. Suplesi dari hulu Sungai Bremit 3. Kegiatan peduli lingkungan pesisir
2	Jangka Menengah (3-5 tahun)	1. Pembuatan sandtrap untuk menahan sedimen pada saluran/anak sungai. 2. Pembuatan trasrack pada saluran/anak sungai agar limbah sampah tidak masuk ke sungai utama
3	Jangka Panjang (6-10 tahun)	1. Pengelolaan daerah aliran sungai. 2. Realisasi Pelabuhan <i>on shore</i>

7.2. REKOMENDASI

Rekomendasi yang dapat konsultan sampaikan adalah:

1. Desain modifikasi breakwater/jetty perlu studi/penelitian lebih lanjut untuk menentukan panjang, lebar dan material penyusun breakwater/jetty tersebut.
2. Begitu pula untuk desain sandtrap dan trasrack memerlukan studi/penelitian lebih lanjut.
3. Diperlukan kerjasama antara instansi pemerintah dan masyarakat untuk mengatasi permasalahan di muara Sungai Pekalongan dan sepanjang daerah aliran sungai.