

PENENTUAN LOKASI DAN PERENCANAAN LAYOUT PELABUHAN PETI KEMAS PASANGKAYU, SULAWESI BARAT

Site Selection and Container Port Layout Design

In Pasangkayu, West Sulawesi

Ivan Benyamin Elroi¹Paramashanti²Eddy Rachman Gandanegara³

Program Studi Teknik Kelautan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl. Ganesha No.10 Bandung 40132

¹ivanbeen@students.itb.ac.id ²paramashanti@ocean.itb.ac.id dan

³eddy@ocean.itb.ac.id

Abstrak:

Peningkatan jumlah penduduk pada Kabupaten Pasangkayu, Sulawesi Barat mengakibatkan meningkatnya kebutuhan masyarakat. Masyarakat Pasangkayu bergantung pada sektor pertanian dan perkebunan tetapi nilai penghasilan masyarakat masih kurang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat tersebut. Guna memenuhi kebutuhan masyarakat dibutuhkan pelabuhan yang saat ini baru terdapat pelabuhan Polewali di Sulawesi Barat. Oleh karena itu diperlukan adanya pelabuhan baru untuk menyokong perekonomian di Sulawesi Barat, khususnya Kabupaten Pasangkayu. Di sinilah peran Pelabuhan Peti kemas pasangkayu sebagai pintu gerbang perekonomian Provinsi Sulawesi Barat. Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan penentuan lokasi terbaik perencanaan pelabuhan dari tiga alternatif lokasi yang tinjau berdasarkan faktor aksesibilitas, ketersediaan lahan, kebutuhan panjang *trestle* menuju kedalaman rencana, jarak menuju Pelabuhan Makassar dan kemudahan pelayaran berdasarkan pengaruh gelombang dan arus hasil pemodelan 2D menggunakan perangkat lunak Surface Water Modelling System (SMS) 8.1. Selanjutnya dilakukan perencanaan layout fasilitas perairan pelabuhan pada lokasi terbaik. Setelah dilakukan analisis pada ketiga alternatif lokasi maka didapatkan lokasi terbaik perencanaan Pelabuhan Pasangkayu, Sulawesi Barat yaitu Lokasi 1 yang selanjutnya dilakukan desain layout fasilitas perairan pelabuhan Pasangkayu.

Kata kunci: Lokasi, Pasangkayu, Pelabuhan, Peti kemas, SMS 8.1, Tata letak

Abstract:

The increase in the population in Pasangkayu Regency, West Sulawesi has resulted in increased community needs. The Pasangkayu people depend on the agriculture and plantation sectors where the income value of the community is still insufficient to fulfil their needs. To meet the needs of the community, a port is needed, which currently has only the Polewali port in West Sulawesi. Therefore, a new port is needed to support the economy in West Sulawesi, especially Pasangkayu Regency. This is where the role of the Pasangkayu container port is the gateway to the economy of West Sulawesi Province. This study will determine the best location of the port out of three locations based on accessibility factors, land availability, trestle length requirements to the depth of plan, distance to Makassar Port and ease of shipping based on the influence of waves and current resulted by hydrodynamic modelling using Surface Water Modelling System (SMS) software and plan the port water facility layout for the best location. The result of this study showed that the Third Location is the best port location and the port water facility layout is designed for the First Location.

Keywords: Container, Layout, Pasangkayu, Port, Site, SMS 8.1

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan. Kegiatan pelayaran menjadi hal yang vital untuk menghubungkan antar pulau tersebut. Salah satu kegiatan pelayaran yang terpenting adalah pelayaran niaga yang membutuhkan pelabuhan sebagai sarana penghubung antara perairan dan daratan. Pelabuhan sebagai fasilitas tempat bertambatnya kapal dan bongkar muat kapal memiliki peran yang sangat penting dalam perekonomian

Pulau Sulawesi merupakan wilayah strategis bagi pola pergerakan dan perdagangan antar pulau di wilayah Indonesia dengan potensi sumber daya alam yang besar. Salah satu wilayah strategis pada Pulau Sulawesi yakni Mamuju. Dalam bidang ekonomi, Mamuju utara bergantung pada sektor pertanian. Kegiatan ekonomi di bidang perkebunan menghasilkan tidak kurang dari Rp 195,62 miliar. Sedangkan populasi masyarakat semakin meningkat setiap tahunnya. Untuk saat ini baru terdapat pelabuhan Polewali di Sulawesi Barat. Oleh karena itu diperlukan adanya pelabuhan baru untuk menyokong perekonomian di Sulawesi Barat, khususnya Kabupaten Pasangkayu.

Di sinilah peran Pelabuhan Peti kemas pasangkayu sebagai pintu gerbang perekonomian Provinsi Sulawesi Barat dan sekitarnya. Dalam perencanaan suatu pelabuhan, salah satu aspek penting yaitu menentukan lokasi dan perencanaan *layout* pelabuhan. Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan penentuan lokasi terbaik

perencanaan pelabuhan dan perencanaan layout fasilitas perairan pelabuhan.

TEORI DAN METODOLOGI

Perencanaan tata letak fasilitas perairan pelabuhan meliputi dermaga, alur pelayaran, kolam pelabuhan dan trestle. Dengan mengacu terhadap *The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan (OCDI) 2002* dan Thoresen, Carl. A. 2003. *Port Designer's Handbook Third Edition*. London: ICE Publishing. Dalam menentukan fasilitas perairan dibutuhkan data kapal, data spesifikasi crane dan data truk.

Dalam menentukan lokasi perencanaan perencanaan pelabuhan mengacu terhadap beberapa aspek dengan aspek yang pertama yakni aspek aksesibilitas. Kondisi jalan menuju ke lokasi pelabuhan menjadi salah satu aspek yang perlu dipertimbangkan karena hal ini akan mempengaruhi proses berkembangnya suatu pelabuhan. Apabila akses jalan menuju pelabuhan susah maka akan menyulitkan proses distribusi barang pada jalur darat dari pelabuhan menuju ke daerah tujuan.

Aspek kemudahan pelayaran, Kemudahan pelayaran merupakan faktor yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Faktor ini menjadi salah satu aspek yang perlu dipenuhi oleh suatu pelabuhan supaya kapal yang masuk ke pelabuhan tidak mengalami gangguan atau bahkan kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak mendukung.

Aspek ketersediaan lahan, Ketersediaan lahan tentu mempengaruhi faktor pemilihan lokasi pelabuhan karena jika tidak ada lahan di

wilayah tersebut maka pelabuhan tidak dapat dibangun. Adanya lahan kosong untuk pembangunan pelabuhan mempengaruhi kemudahan proses pembangunan karena selain kapasitas penumpukan barang yang disediakan juga akan lebih besar, juga tidak akan mengganggu pemukiman penduduk karena luas lahan yang dibutuhkan telah dipenuhi

Aspek kebutuhan panjang *trestle*, karak menuju kedalaman rencana untuk memenuhi *draft* kapal rencana akan mempengaruhi kebutuhan panjang *trestle*. Kebutuhan Panjang *trestle* mempengaruhi biaya pembangunan pelabuhan dimana semakin Panjang *trestle* maka akan semakin mahal pula biaya yang dikeluarkan.

Jarak menuju Pelabuhan Makassar juga merupakan aspek dalam penentuan lokasi pelabuhan karena Pelabuhan Makassar merupakan utama pada Pulau Sulawesi, untuk itu jarak menuju Pelabuhan Makassar merupakan faktor pertimbangan dalam pemilihan lokasi pelabuhan dimana semakin dekat jarak menuju Pelabuhan Makassar maka semakin tinggi penilaian alternatif lokasi.

Untuk mendapatkan data lingkungan yakni gelombang dan arus pada masing – masing lokasi rencana dilakukan pemodelan. Pemodelan gelombang digunakan agar dapat mengetahui tinggi gelombang maksimum didepan dermaga pada masing – masing lokasi rencana yang selanjutnya dapat dihitung persentase pelabuhan dapat beroperasi selama 10 tahun yang dipengaruhi oleh tinggi gelombang dan juga agar dapat mengetahui arah datang gelombang didepan lokasi dermaga

rencana yang mana dalam perencanaan fasilitas perairan harus menghindari tegak lurus dengan arah datang gelombang. Pemodelan arus dilakukan untuk mengetahui kecepatan maksimum pada lokasi tinjauan.

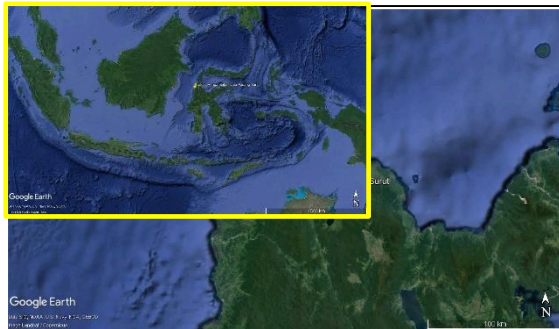
Metodologi pengerjaan Tugas Akhir ini ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Diagram alir metodologi pengerjaan Tugas Akhir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data elevasi muka air pasang surut di lokasi perairan Pasangkayu diperoleh dari NAO Tide. Pengambilan data dilakukan selama 31 hari, dimulai pada tanggal 1 Mei 2018 hingga 31 Mei 2018. Lokasi pengambilan data pasang surut yang yaitu pada koordinat 01°6'22.38"S; 119°25'1.79"E seperti yang disajikan pada **Gambar 2**. dan Plot data pasang surut terhadap waktu ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 2. Lokasi pengambilan data pasang surut



Gambar 3. Grafik pasang surut terhadap waktu di perairan Pasangkayu

Berdasarkan data elevasi pasang surutnya maka didapatkan parameter amplitudo dan beda fasa dari sembilan komponen pasang surut seperti dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Konstituen pasang surut kawasan Pelabuhan Pasangkayu

Konstituen	Amplitudo (cm)	Beda Fasa
M2	55.06	69.81
S2	38.51	-28.36
N2	7.22	19.45
K2	11.13	-2.64
K1	19.02	91.91
O1	14.63	-7.03
P1	8.39	-76.64
M4	0.02	-9.25
MS4	0.02	239.48
SO	0.11	

Sehingga dapat diperhitungkan *Formzhal Number* sebagai berikut.

$$F = \frac{14.63 + 19.02}{55.06 + 38.51} = 0.36$$

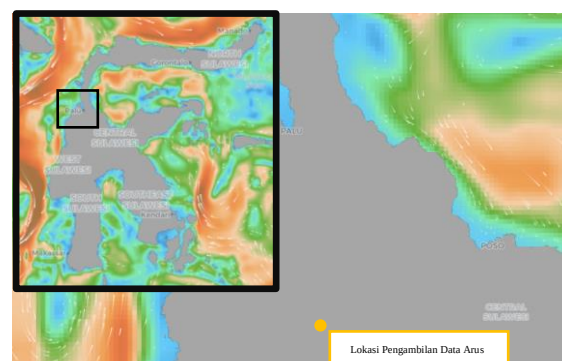
Sehingga dapat diklasifikasikan tipe pasang surut pada Pelabuhan Pasangkayu yaitu *mixed mainly semidiurnal tides*. Dimana dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi terkadang untuk sementara waktu terjadi satu kali pasang dan satu kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda.

Selanjutnya dilakukan peramalan terhadap perubahan elevasi muka air akibat pasang surut selama 18.6 tahun. Berikut adalah nilai elevasi-elevasi yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Elevasi muka air penting di Pasangkayu

Elevasi Penting	Nilai (cm)
Highest Water Spring (HWS)	258.45
Mean High Water Spring (MHWS)	242.1
Mean High Water Level (MHWL)	188.76
Mean Sea Level (MSL)	124.57
Mean Low Water Level (MLWL)	59.34
Mean Low Water Spring (MLWS)	21.38
Lowest Water Spring (LWS)	0
Tunggang Pasang	258.45

Data arah dan kecepatan arus pada Tugas Akhir ini didapatkan dari situs BMKG – *Ocean Forecast System* dengan lokasi seperti disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Letak titik tinjau arus pada tiga lokasi

Nilai kecepatan arus ini akan digunakan untuk melakukan validasi model arus yang dibuat untuk mendapatkan nilai arus desain

pengambilan data arus dilakukan selama dua minggu dari tanggal 29 Mei 2018 hingga 11 Juni 2018. Besar kecepatan arus yang didapatkan disajikan pada **Tabel 3**.

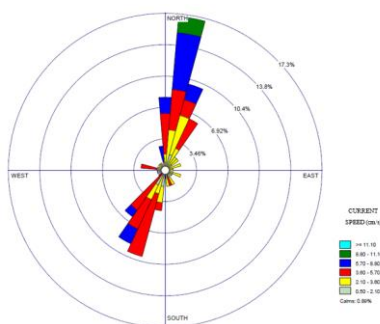
Tabel 3. Kecepatan arus pada perairan Pasangkayu

Besar Kecepatan Arus Pada Perairan Pasangkayu(cm/s)									
Bulan	Tanggal	Jam							
		0	3	6	9	12	15	18	21
Mei	29	3.7	5.27	7.09	8.17	5.63	4.37	3.26	2.31
	30	3.16	3.77	4.14	3.55	2.51	2.4	2.28	2.49
	31	3.38	2.34	2.09	2.03	1.97	2.46	3.09	3.77
Juni	1	3.52	4.81	6.9	7.74	8.72	8.82	8.93	8.18
	2	2.54	0.94	3.64	4.16	2.41	2.17	2.73	3.03
	3	3.33	3.69	3.03	3.5	3.79	4.57	5.3	5.49
	4	2.11	4.13	7.52	7.71	8.24	8.31	2.05	1.5
	5	4.03	5.33	5.51	5.04	4.12	3.15	2.05	7.69
	6	6.67	6.62	6.14	5.96	5.08	0.08	4.56	4.52
	7	1.58	3.02	4.42	5.59	5.78	5.59	5.06	4.4
	8	4.05	4.04	4.54	5.33	3.56	4.84	4.61	3.15
	9	4.02	4.11	4.77	4.95	4.18	3.25	2.27	1.69
	10	1.66	1.16	0.73	1.85	0.87	1.86	2.9	2.45
	11	2.33	2.26	2.6	2.99	0.89	1.02	1.22	0.81

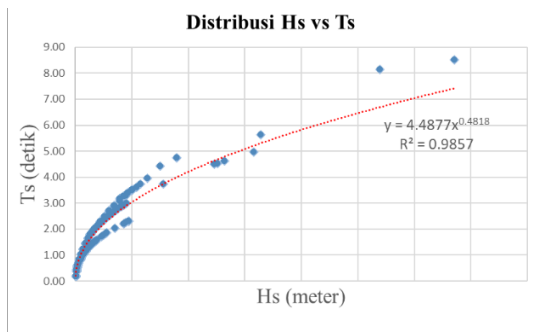
Dengan grafik kecepatan arus seperti disajikan pada dan untuk menunjukkan arah persebaran arus dapat dilihat pada *current rose* disajikan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Grafik kecepatan arus pada perairan Pasangkayu



signifikan (T_s) dari proses *hindcasting*, dapat diperoleh tinggi dan periode gelombang signifikan per arah per tahun, dimana data ini dapat digunakan untuk melakukan analisis nilai ekstrim, sehingga dapat diprediksi tinggi gelombang pada tahun mendatang. Berikut adalah grafik hubungan antara tinggi dan periode gelombang signifikan dari proses *hindcasting*, seperti yang ditunjukkan pada



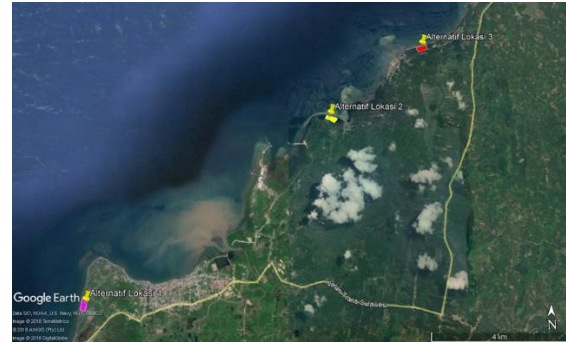
Gambar 9. Grafik hubungan tinggi gelombang signifikan (H_s) dengan periodenya (T_s) di Pasangkayu, Sulawesi Barat

Maka didapatkan tinggi dan periode gelombang signifikan rencana 50 Tahun, seperti yang disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Gelombang rencana dengan berbagai periode ulang

periode ulang																
Arah	Utara		Timur Laut		Timur		Tenggara		Selatan		Barat Daya		Barat		Barat Laut	
The Distribusi	Gumbel		Gumbel		Log Normal		Normal		Gumbel		Log Normal		Gumbel		Log Normal	
Periode Ulang (Tahun)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)	H (m)	T (s)
2	0.93	4.33	0.12	1.60	0.07	1.21	0.06	1.16	0.07	1.23	0.07	1.25	0.12	1.65	0.59	3.48
5	2.05	6.34	0.17	1.94	0.11	1.55	0.08	1.31	0.11	1.54	0.12	1.63	0.22	2.15	0.98	4.45
10	2.80	7.36	0.21	2.12	0.14	1.76	0.09	1.38	0.14	1.71	0.16	1.88	0.28	2.42	1.28	5.06
25	3.73	8.47	0.26	2.34	0.19	2.02	0.10	1.46	0.17	1.91	0.22	2.18	0.36	2.73	1.70	5.80
50	4.43	9.19	0.29	2.49	0.23	2.20	0.10	1.50	0.20	2.04	0.27	2.40	0.41	2.93	2.05	6.34
100	5.12	9.86	0.33	2.62	0.27	2.38	0.11	1.54	0.22	2.17	0.33	2.62	0.47	3.12	2.41	6.86
200	5.81	10.48	0.36	2.75	0.31	2.56	0.11	1.57	0.25	2.28	0.39	2.84	0.53	3.30	2.81	7.38

Alternatif lokasi dipilih di 3 titik, jumlah ini dipilih karena untuk melakukan perbandingan dan penilaian dibutuhkan setidaknya lebih dari satu opsi. Ketiga alternatif lokasi dapat pada peta yang disajikan pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Letak ketiga alternatif lokasi pelabuhan rencana

Adapun batimetri yang digunakan didapatkan dari Navionics seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Batimetri Pasangkayu

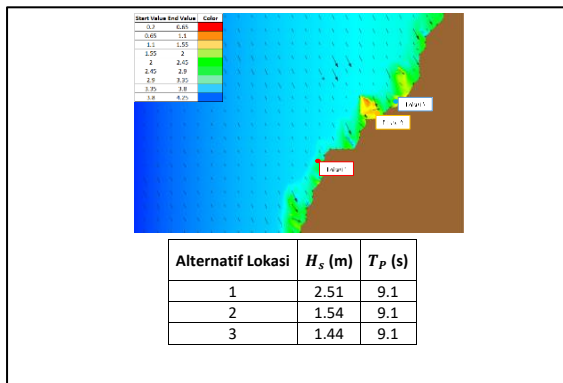
Ketiga alternatif tersebut dipilih karena masing-masing memiliki lahan kosong di belakangnya yakni seluas 5 hektar dan wilayah perairan Pasangkayu terdapat palung yang mana tidak memungkinkan untuk dibangunnya pelabuhan. Dengan luas masing – masing lahan kosong yang tersedia pada setiap lokasi secara berturut-turut yaitu 5.70 ha, 5.14 ha dan 5.22 ha.

Setelah dilakukan pengolahan data lingkungan maka dapat dilakukan pemodelan hidrodinamika yang terdiri dari dua, diantaranya:

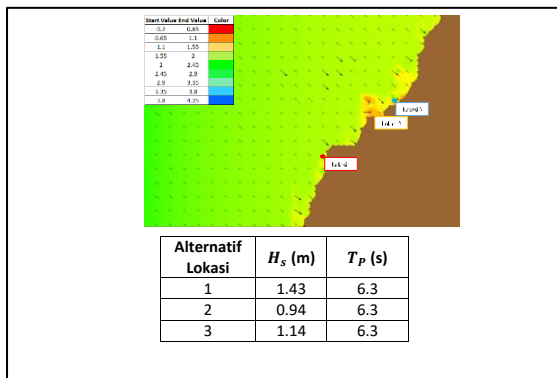
1. Pemodelan Gelombang

Pemodelan gelombang menggunakan perangkat lunak SMS 8.1 dengan hasil

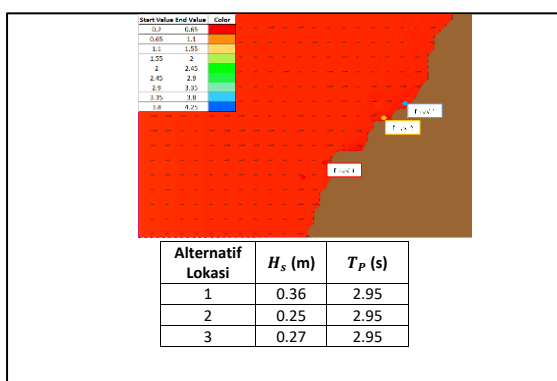
pemodelan disajikan pada **Gambar 12.** hingga **Gambar 16.**



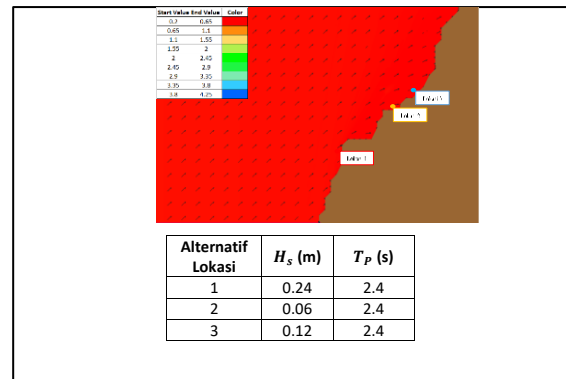
Gambar 12. Hasil pemodelan tinggi dan arah gelombang untuk arah Utara



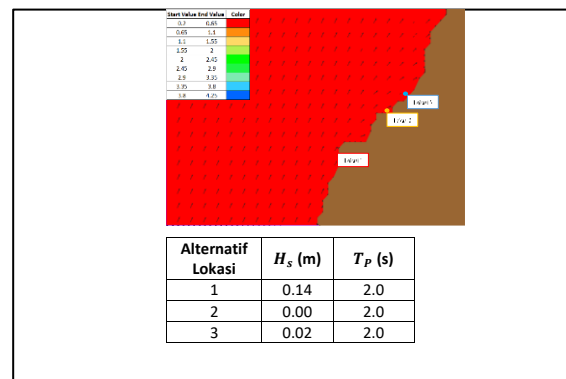
Gambar 13. Hasil pemodelan tinggi dan arah gelombang untuk arah Barat Laut



Gambar 14. Hasil pemodelan tinggi dan arah gelombang untuk arah Barat



Gambar 15. Hasil pemodelan tinggi dan arah gelombang untuk arah Barat Daya

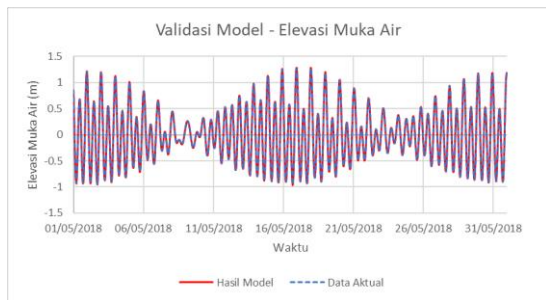


Gambar 16. Hasil pemodelan tinggi dan arah gelombang untuk arah Selatan

Tinggi gelombang signifikan tertinggi untuk lokasi 1, lokasi 2 dan lokasi 3 yaitu gelombang datang dari arah Utara dengan besar tinggi gelombang masing – masing yaitu 2.51 m, 1.54 m dan 1.44 m.

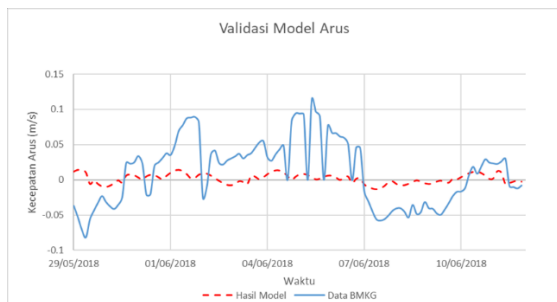
2. Pemodelan Arus

Dalam pemodelan arus dilakukan validasi dengan membandingkan hasil pemodelan dengan dua parameter data lingkungan yakni elevasi muka air dan kecepatan arus. Adapun validasi elevasi muka air ditunjukkan pada **Gambar 17.**

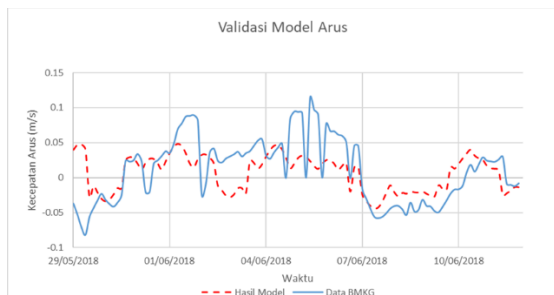


Gambar 17. Grafik perbandingan elevasi muka air

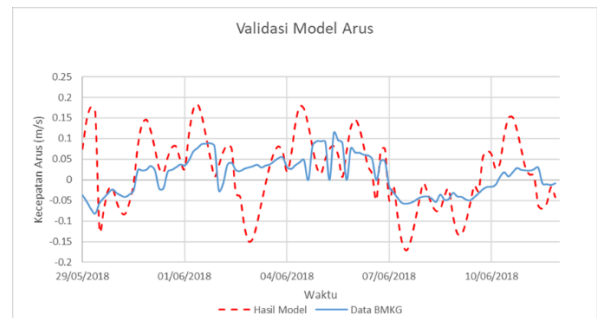
Pemodelan arus dilakukan iterasi koefisien kekasaran dasar laut yakni 0.025, 0.017 dan 0.009 dan validasi arus untuk masing – masing koefisien dasar laut dapat dilihat pada **Gambar 18**, **Gambar 19** dan **Gambar 20**.



Gambar 18. Grafik validasi model arus untuk kekasaran dasar laut 0.025



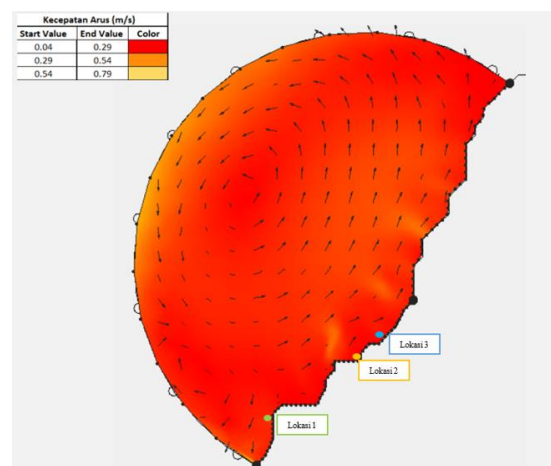
Gambar 19. Grafik validasi model arus untuk kekasaran dasar laut 0.017



Gambar 20. Grafik validasi model arus untuk kekasaran dasar laut 0.009

Koefisien kekasaran dasar laut yang digunakan yakni 0.017 dengan nilai eror sebesar 19.164% Meskipun nilai eror yang dihasilkan melebihi 10%, namun pola kecepatan arus menunjukkan kecenderungan perubahan nilai kecepatan arus yang hampir sama sehingga hasil pemodelan arus dapat diterima.

Adapun hasil pemodelan arus pada ketiga alternatif lokasi dapat dilihat pada **Gambar 21**.



Gambar 21. Pola arus pada ketiga alternatif lokasi

Berdasarkan pemodelan arus dapat diketahui juga kecepatan arus maksimum untuk masing – masing lokasi yakni secara berurutan yaitu 0.26 m/s, 0.03 m/s dan 0.09 m/s.

Setelah melakukan pemodelan hidrodinamika maka dapat dilakukan analisis fasilitas perairan pelabuhan dengan mengacu terhadap data lingkungan serta data kapal dan data truk. Adapun hasil perhitungan yang didapatkan.

1. Alur Pelayaran

Dengan asumsi panjang alur relatif pendek dengan kondisi pelayarannya yaitu kapal tidak sering bersimpangan, lebar alur sebesar 210 meter, dengan jari-jari belokan sebesar 850 meter, lebar belokan alur sebesar 420 meter, dan kedalaman alur sedalam 12 meter dari LWS.

2. Kolam Pelabuhan

Dengan asumsi kondisi labuh kapal dengan menggunakan *tug boat*, didapatkan diameter kolam putar sebesar 420 meter dengan luas kolam sebesar 13.85 hektar, kedalaman kolam putar sedalam 12 meter dari LWS, dan dari data kapal rencana terbesar yaitu memiliki kapasitas 30,000 DWT atau 26,400 GT, maka didapatkan tinggi gelombang maksimal di kolam pelabuhan yang diizinkan yakni 0.5 meter.

3. Dermaga

Dengan menggunakan persamaan perhitungan panjang dermaga untuk satu tambatan berdasarkan OCDI yakni sebagai berikut:

$$L_{berth} = L_{OA} + (2 \times 0.5B)$$

$$L_{berth} = 210 + (2 \times 0.5 (30))$$

$$L_{berth} = 240 \text{ meter} \approx 250 \text{ meter}$$

Dan untuk lebar dermaga dihitung berdasarkan spesifikasi *crane* dan truk yang digunakan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$W_B = W + C + T$$

$$W_B = 2.5 \text{ m} + 20 \text{ m} + 16.4$$

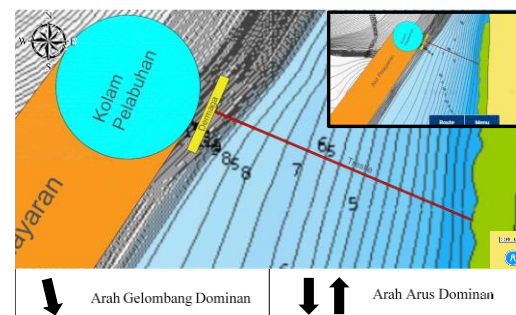
$$W_B = 38.9 \text{ meter}$$

Untuk perhitungan elevasi dermaga dilakukan perhitungan pada tiga lokasi alternatif berdasarkan hasil pemodelan gelombang adapun persamaan yang digunakan dalam perhitungan elevasi dermaga sebagai berikut:

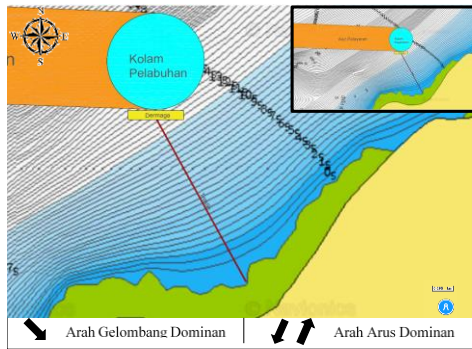
$$El = HWS + 0.5H_s + \text{freeboard}$$

Sehingga didapatkan elevasi dermaga pada lokasi 1, lokasi 2 dan lokasi 3 secara berurutan yaitu 4.335 m, 3.85 dan 3.85 dari LLWL.

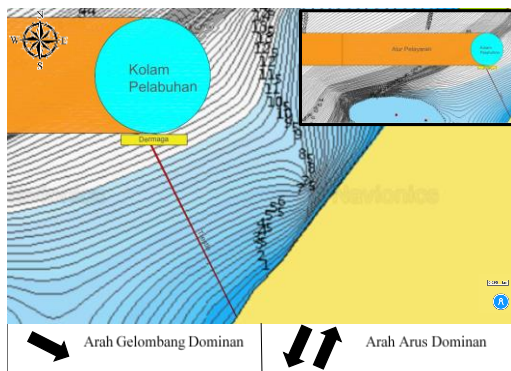
Arah gelombang dan arus akan menentukan tata letak dengan syarat arus dan gelombang tidak boleh datang tegak lurus dengan dermaga dan juga lambung kapal karena dapat menimbulkan kerusakan pada dermaga dan juga mengganggu keselamatan serakeamanan kapal tersebut. Maka itu perlu ditinjau orientasi posisi dermaga terhadap arah dan arus gelombang yang datang seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 22**, **Gambar 23** dan **Gambar 24**.



Gambar 22. Arah gelombang dan arus dominan pada alternatif lokasi 1



Gambar 23. Arah gelombang dan arus dominan pada alternatif lokasi 2



Gambar 24. Arah gelombang dan arus dominan pada alternatif lokasi 3

Selanjutnya dapat dilakukan penentuan lokasi pelabuhan terbaik untuk rencana lokasi Pelabuhan Pasangkayu, Sulawesi Barat berdasarkan beberapa sebagai berikut:

1. Gelombang

Faktor gelombang memiliki bobot yang besar pada Tugas Akhir ini, karena gelombang merupakan faktor penting untuk memastikan kapal dapat bersandar dengan aman. Keamanan kapal saat bersandar dipengaruhi oleh gaya berthing. Salah satu penyebab dari gaya berthing yakni gelombang. Gelombang yang tegak lurus dengan dermaga dapat mempercepat kerusakan struktur dermaga serta dapat merusak lambung kapal dan juga dapat menyebabkan kapal terguling (rolling). Sedangkan gelombang yang sejajar dengan

dermaga hanya mempengaruhi bollard atau tambatan dari dermaga itu sendiri. Maka dari itu perencanaan dermaga tegak lurus dengan arah datang gelombang harus dihindari.

Untuk itu perlu menentukan frekuensi kejadian gelombang aman pada masing – masing alternatif lokasi selama 10 Tahun. Dengan menentukan koefisien transformasi gelombang terlebih dahulu pada masing – masing alternatif lokasi seperti disajikan pada **Tabel 5**, **Tabel 6** dan **Tabel 7**.

Tabel 5. Koefisien Transformasi Alternatif Lokasi 1

Alternatif Lokasi 1			
Arah	H_s (m)		Kt
	Laut Dalam	Lokasi Dermaga	
Utara	4.43	2.51	1.765
Barat Laut	2.05	1.43	1.434
Barat	0.41	0.36	1.139
Barat Daya	0.27	0.24	1.125
Selatan	0.2	0.14	1.429

Tabel 6. Koefisien Transformasi Alternatif Lokasi 2

Alternatif Lokasi 2			
Arah	H_s (m)		Kt
	Laut Dalam	Lokasi Dermaga	
Utara	4.43	2.51	2.877
Barat Laut	2.05	1.43	2.181
Barat	0.41	0.36	1.640
Barat Daya	0.27	0.24	4.50
Selatan	0.2	0.14	200

Tabel 7. Koefisien Transformasi Alternatif Lokasi 3

Alternatif Lokasi 3			
Arah	H_s (m)		Kt
	Laut Dalam	Lokasi Dermaga	
Utara	4.43	1.44	3.076
Barat Laut	2.05	1.14	1.798
Barat	0.41	0.27	1.519
Barat Daya	0.27	0.12	2.250
Selatan	0.2	0.02	10

Selanjutnya dikalikan dengan nilai tinggi gelombang hasil hindcasting yang kemudian dapat dimasukan ke dalam *software* WRPLOT dan mendapat frekuensi kejadian gelombang pada masing – masing lokasi seperti disajikan pada **Tabel 8**, **Tabel 9** dan **Tabel 10**.

Tabel 8. Frekuensi kejadian gelombang selama 10 tahun pada alternatif lokasi 1

Frekuensi Kejadian Gelombang Selama 10 Tahun pada Alternatif 1							
Directions / Wind Classes (m/s)	0.00 - 0.50	0.50 - 1.50	1.50 - 3.30	3.30 - 5.50	5.50 - 8.00	>= 8.00	Total (%)
Utara	28.8221	0.06602	0.011	0	0	0	28.8992
Timur Laut	4.78627	0	0	0	0	0	4.78627
Timur	9.0444	0	0	0	0	0	9.0444
Tenggara	9.71007	0	0	0	0	0	9.71007
Selatan	11.7511	0.0055	0	0	0	0	11.7566
Barat Daya	4.06008	0	0	0	0	0	4.06008
Barat	4.1426	0.011	0	0	0	0	4.1536
Barat Laut	27.5568	0.02751	0	0	0	0	27.5843
Sub-Total	99.8735	0.11003	0.011	0	0	0	100
Calms							0
Missing/Incomplete							0
Total							100

Tabel 9. Frekuensi kejadian gelombang selama 10 tahun pada alternatif lokasi 2

Frekuensi Kejadian Gelombang Selama 10 Tahun pada Alternatif 2							
Directions / Wind Classes (m/s)	0.00 - 0.50	0.50 - 1.50	1.50 - 3.30	3.30 - 5.50	5.50 - 8.00	>= 8.00	Total (%)
Utara	28.8772	0.02201	0	0	0	0	28.8992
Timur Laut	4.78627	0	0	0	0	0	4.78627
Timur	9.0444	0	0	0	0	0	9.0444
Tenggara	9.71007	0	0	0	0	0	9.71007
Selatan	11.7566	0	0	0	0	0	11.7566
Barat Daya	4.06008	0	0	0	0	0	4.06008
Barat	4.1426	0.011	0	0	0	0	4.1536
Barat Laut	27.5733	0.011	0	0	0	0	27.5843
Sub-Total	99.9505	0.04401	0	0	0	0	100
Calms							0
Missing/Incomplete							0
Total							100

Tabel 10. Frekuensi kejadian gelombang selama 10 tahun pada alternatif lokasi 3

Frekuensi Kejadian Gelombang Selama 10 Tahun pada Alternatif 3							
Directions / Wind Classes (m/s)	0.00 - 0.50	0.50 - 1.50	1.50 - 3.30	3.30 - 5.50	5.50 - 8.00	>= 8.00	Total (%)
Utara	28.8772	0.02201	0	0	0	0	28.8992
Timur Laut	4.78627	0	0	0	0	0	4.78627
Timur	9.0444	0	0	0	0	0	9.0444
Tenggara	9.71007	0	0	0	0	0	9.71007
Selatan	11.7566	0	0	0	0	0	11.7566
Barat Daya	4.06008	0	0	0	0	0	4.06008
Barat	4.1426	0.011	0	0	0	0	4.1536
Barat Laut	27.5733	0.011	0	0	0	0	27.5843
Sub-Total	99.9505	0.04401	0	0	0	0	100
Calms							0
Missing/Incomplete							0
Total							100

Didapatkan persentase kejadian gelombang aman selama 10 tahun, dengan nilai rata – rata persentase kejadian gelombang aman untuk masing – masing lokasi secara berurutan yaitu 99.8739%, 99.9502% dan 99.9502%. Maka dari itu untuk ketiga alternatif lokasi tidak butuhkan struktur pengaman pelabuhan karena persentase kejadian tinggi gelombang yang tidak aman atau diatas 0.5 meter hanya memiliki persentase 0.05% - 0.12%. Persentase kejadian gelombang aman dalam 10 tahun dapat digunakan dalam menentukan lokasi yang memiliki waktu operasi pelabuhan terbanyak dalam kurun waktu 10 Tahun.

2. Kebutuhan Panjang *Trestle*

Jarak menuju kedalaman rencana untuk mememnuhi *draft* kapal rencana akan

mempengaruhi kebutuhan panjang *trestle*. Adapun kebutuhan panjang *trestle* untuk masing – masing alternatif lokasi secara berurutan yaitu 1.4 km, 0.93 km dan 1.6 km.

3. Aksesibilitas

Aksesibilitas merupakan kemudahan akses jalan tiap alternatif lokasi menjangkau jalan utama di kawasan Pasangkayu, Sulawesi Barat. Adapun panjang jalan yang dibutuhkan menuju jalan utama pada masing – masing alternatif lokasi secara berurutan yaitu 0.85 km, 4.3 km dan 1.04 km.

4. Arus

Faktor kemanan pelayaran dan kapal berlabuh dipengaruhi oleh arus yang terjadi pada perairan sekitar kapal berlabuh. Adapun besar kecepatan arus pada masing – masing lokasi secara berurutan yaitu 0.26 m/s, 0.03 m/s dan 0.09 m/s.

5. Jarak Menuju Pelabuhan Makassar

Pelabuhan Makassar merupakan utama pada Pulau Sulawesi, untuk itu jarak menuju Pelabuhan Makassar merupakan faktor pertimbangan dalam pemilihan lokasi pelabuhan dimana semakin dekat jarak menuju Pelabuhan Makassar maka semakin tinggi penilaian alternatif lokasi. Adapun jarak menuju Pelabuhan Makassar untuk masing – masing alternatif lokasi secara berurutan yaitu 436 km, 441 km dan 444 km.

Berdasarkan dari ketiga alternatif lokasi akan dilakukan pemilihan satu lokasi oleh karena itu dilakukan proses penilaian pada ketiga alternatif lokasi. Adapun rangkuman dari parameter yang ditinjau serta pembobotan

untuk masing – masing parameter disajikan pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Parameter dan pembobotan dalam pemilihan alternatif lokasi pelabuhan

No.	Parameter	Bobot	Kondisi
1	Tinggi gelombang maksimum	20%	Tinggi gelombang rencana < 0.5 m
			Tinggi gelombang rencana 0.5 - 1.5 m
			Tinggi gelombang rencana > 1.5 m
2	Persentase pelabuhan dapat beroperasi dalam 10 Tahun	30%	Persentase dapat beroperasi > 99.9%
			Persentase dapat beroperasi 95% - 99%
			Persentase dapat beroperasi < 95%
3	Kebutuhan panjang <i>trestle</i>	20%	Panjang <i>trestle</i> < 0.75 km
			Panjang <i>trestle</i> 0.75 – 1.5 km
			Panjang <i>trestle</i> > 1.5 km
4	Aksesibilitas menuju jalan utama	15%	Panjang jalan yang dibutuhkan < 1 km
			Panjang jalan yang dibutuhkan 1 - 2 km
			Panjang jalan yang dibutuhkan > 2 km
5	Kecepatan arus Maksimum	5%	Kecepatan arus < 0.1 m/s
			Kecepatan arus 0.1 - 0.2 m/s
			Kecepatan arus > 0.2 m/s
6	Jarak menuju pelabuhan Makassar	10%	Jarak menuju Pel. Makassar < 440 Km
			Jarak menuju Pel. Makassar 440 – 445 Km
			Jarak menuju Pel. Makassar > 445 Km

Berikut merupakan hasil penilaian untuk ketiga alternatif, seperti yang disajikan pada **Tabel 12**.

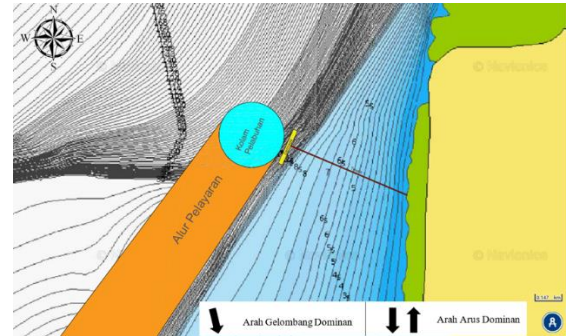
Tabel 12. Matriks penilaian untuk masing – masing alternatif lokasi

No.	Parameter	Bobot	Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
			Nilai	Nilai x Bobot	Nilai	Nilai x Bobot	Nilai	Nilai x Bobot
1	Tinggi Gelombang Maksimum	20%	1	0.2	1	0.2	2	0.4
2	Persentase pelabuhan dapat beroperasi dalam 10 Tahun	30%	2	0.6	3	0.9	3	0.9
3	Kebutuhan panjang <i>trestle</i>	20%	2	0.4	2	0.4	1	0.2
4	Aksesibilitas menuju jalan utama	15%	3	0.45	1	0.15	2	0.3
5	Kecepatan arus maksimum	5%	1	0.05	3	0.15	3	0.15
6	Jarak menuju pelabuhan Makassar	10%	3	0.3	2	0.2	2	0.2
Total				2		2		2.15

Didapatkan bahwa alternatif lokasi dengan nilai tertinggi yaitu alternatif lokasi 1 dengan nilai x bobot total yaitu 2.1 dan untuk alternatif lokasi 2 memiliki nilai x bobot total yaitu 1.75 dan untuk alternatif lokasi 3 memiliki nilai x bobot total yaitu 1.95..

Berdasarkan hasil keputusan yang diperoleh dari analisis kondisi lingkungan, aksesibilitas serta fasilitas perairan pada masing – masing alternatif lokasi, diperoleh kesimpulan bahwa lokasi terbaik sebagai tempat pembangunan pelabuhan peti kemas di Pasangkayu, Sulawesi Barat yaitu lokasi 1. Selanjutnya dilakukan perencanaan layout pelabuhan yang

menampilkan fasilitas perairan seperti disajikan pada **Error! Reference source not found.**



Gambar 25. Layout Pelabuhan Pasangkayu, Sulawesi Barat

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pemodelan dan analisis yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini maka didapatkan kesimpulan yakni:

1. Fasilitas perairan yang dibutuhkan oleh Pelabuhan Pasangkayu, Sulawesi Barat terdiri dari:

- Alur pelayaran dengan kedalaman minimum yaitu 12 meter, jari – jari belokan alur pelayaran yaitu 850 meter dan lebar total yaitu 420 meter.
- Kolam pelabuhan dengan diameter 420 meter, luas kolam pelabuhan 13.85 hektar, kedalaman kolam pelabuhan yakni sama dengan kedalam alur pelayaran yaitu 12 m dan ketenangan kolam pelabuhan yang diizinkan yakni dengan tinggi 0.5 m.
- Dermaga dengan panjang 240 m, lebar 39 m dan elevasi dermaga yaitu 3.8 m dari LLWL.

2. Penentuan lokasi pelabuhan Pasangkayu, Sulawesi Barat ditentukan berdasarkan empat aspek penentu yaitu:
 - a) Ketersediaan lahan seluas 5 Ha untuk dibangun Pelabuhan Pasangkayu, Sulawesi Barat.
 - b) Faktor lingkungan di area lokasi rencana khususnya tinggi gelombang, arah datang gelombang, kecepatan arus, arah menujunya arus dan kedalaman perairan yang mempengaruhi dalam penentuan fasilitas perairan pelabuhan dan juga keselamatan kapal baik saat bersandar maupun berlayar.
 - c) Aksesibilitas menuju jalan utama pada wilayah Pasangkayu, Sulawesi Barat.
 - d) Jarak menuju pelabuhan utama yaitu Pelabuhan Makassar.
3. Alternatif lokasi terpilih yaitu lokasi 1 dengan *layout* rencana Pelabuhan Peti Kemas Pasangkayu, Sulawesi Barat disajikan pada **Gambar 25**.

Adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis setelah penulisan Tugas Akhir ini yakni sebagai berikut:

1. Pemodelan yang digunakan dalam penentuan lokasi pada Tugas Akhir ini hanya pemodelan transformasi gelombang dan arus, hasil akan lebih akurat apabila dilakukan pemodelan terhadap sedimentasi sehingga dapat diketahui pola persebaran sedimen dominan yang perlu dihindari

karena hal tersebut dapat mempengaruhi tata letak fasilitas perairan pelabuhan.

2. Penyusunan *layout* pada Tugas Akhir ini dilakukan hanya secara garis besar saja. Harus dilakukan penyusunan *layout* lebih detail yang meliputi fasilitas darat pelabuhan.
3. Selanjutnya dapat dilakukan perencanaan mengenai struktur dermaga Pelabuhan Peti Kemas Pasangkayu, Sulawesi Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Kasumigasaeki, Chiyoda-ku. 2002. *The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan*. Tokyo: Daikousha Printing Co., Ltd.
- Thoresen, Carl. A. 2014. *Port Designer's Handbook Third Edition*. London: ICE Publishing.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. Perencanaan Pelabuhan. Yogyakarta: Beta Offset.
- Shore Protection Manual* (SPM) 1984
- Kementrian Perhubungan Republik Indonesia. 2013. Studi Pengembangan Kapasitas dan Fasilitas Pelabuhan Dalam Mendukung MP3EI Koridor Sulawesi. Indonesia.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2015. Rencana Induk Pengembangan Infrastruktur PUPR Pulau Sulawesi. Indonesia
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KP 696 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pelabuhan Baubau Provinsi Sulawesi Tenggara