

**TRANSFORMASI KOORDINAT PADA PETA LINGKUNGAN LAUT NASIONAL
DARI DATUM ID74 KE WGS84 UNTUK KEPERLUAN PENENTUAN BATAS
WILAYAH LAUT PROVINSI JAWA TENGAH DAN JAWA BARAT**

Anyelir Dita Permatahati, Ir. Sutomo Kahar, M.Si *, L.M Sabri, ST, MT *

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp. (024) 76480785, 76480788

Abstrak

Datum adalah sekumpulan parameter yang mendefinisikan suatu sistem koordinat dan menyatakan posisinya terhadap permukaan bumi. Permendagri Nomor 1 Tahun 2006 menyebutkan bahwa Peta Lingkungan Laut Nasional digunakan dalam penentuan batas laut provinsi. Peta Lingkungan Laut Nasional ini masih menggunakan Indonesia Datum 1974 (ID74). Untuk itu perlu suatu model transformasi datum antara datum lokal ID74 ke datum global WGS 84.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis metode transformasi yang paling tepat untuk pemetaan batas wilayah laut provinsi, mengetahui data pengamatan optimal, dan koordinat batas wilayah laut dalam WGS 84.

Data yang digunakan adalah Peta Lingkungan Laut Nasional, dan data hasil pengukuran dengan *GPS Handheld*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa metode Lauf adalah metode yang paling baik dilihat dari ketelitian geometrik dan dari hasil uji statistik *Chi-Squares*. Batas wilayah laut provinsi Jawa Tengah dan Barat ditentukan dengan prinsip *Equidistance Line* sejauh 12 mil laut.

Kata kunci : Datum, Batas Wilayah, Transformasi,

Abstrack

Datum is a set of parameters that define a coordinate system and expressed its position on the earth's surface. Permendagri No. 1, 2006 stated that the National Marine Environment Map is used in determining the boundaries of the province. Map of National Marine Environment is still using Indonesian Datum 1974 (ID74). For that we need a datum transformation models between local datum ID74 to WGS 84.

This research aim to determine the most appropriate transformation method for mapping the boundaries of the province, the most optimal observation data, and coordinate sea boundaries in the WGS 84.

This research use National Marine Environment Map, and GPS Handheld data. Results of this research indicate that the Lauf method is the best method seen from the geometric precision and Chi-Squares statistical testing. Sea boundaries between Central Java and West Java determined by the principle of equidistance line as far as 12 nautical miles.

Key words : Datum, Boundaries, Transformation.

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Datum adalah sekumpulan parameter yang mendefinisikan suatu sistem koordinat dan menyatakan posisinya terhadap permukaan bumi. Datum horizontal digunakan sebagai referensi koordinat peta. Datum ini juga dikenal dengan datum geodesi, yang merupakan model matematika bumi untuk referensi perhitungan koordinat. Salah satu datum yang telah di adopsi secara internasional dan diterima sebagai datum paling populer adalah World Geodetic System 1984 (WGS 84).

Indonesia pernah mempunyai beberapa datum sebagai sistem referensi pemetaan, antara lain Datum Genuk yang menggunakan model ellipsoid Bessel 1841 yang ditentukan menggunakan metode triangulasi, Indonesia Datum 1974 menggunakan ellipsoid referensi SNI (Sferoid Nasional Indonesia) dengan pengamatan menggunakan metode Doppler. Sekarang, dengan kemajuan teknologi GPS, Indonesia menetapkan datum yaitu Datum Geodesi Nasional 1995 (DGN-95). Datum ini ditentukan menggunakan pengamatan GPS dan menggunakan ellipsoid referensi WGS-84.

Berkaitan dengan batas maritim, datum geodesi menjadi perhatian serius mengingat belum adanya unifikasi dalam penggunaan datum pada penentuan batas. Meskipun koordinat titik-titik batas berhasil disepakati dan ditulis dalam perjanjian, koordinat ini akan cenderung tidak akurat jika datum geodesinya tidak disebutkan secara tegas dan eksplisit. Hal ini disebabkan oleh kenyataan bahwa koordinat yang sama, tetapi datum yang berbeda akan mengacu pada posisi yang berbeda di permukaan bumi.

Permendagri Nomor 1 Tahun 2006 menyebutkan bahwa Peta Lingkungan Laut Nasional skala 1:500.000 digunakan dalam penentuan batas laut provinsi. Peta Lingkungan Laut Nasional ini masih menggunakan Indonesia Datum 1974 (ID74). Untuk itu perlu suatu model transformasi datum antara datum lokal ID74 ke datum global WGS 84.

II. TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Datum

Datum adalah sekumpulan parameter yang mendefinisikan suatu sistem koordinat dan menyatakan posisinya terhadap permukaan bumi. Datum geodesi diukur menggunakan metode manual hingga yang lebih akurat lagi menggunakan satelit. Tanpa datum, koordinat titik-titik batas tersebut sebenarnya sulit untuk ditentukan lokasinya di lapangan. Jika negara yang bertetangga mengasumsikan datum geodetik yang berbeda untuk nilai koordinat titik-titik batas, tentunya

yang akan diperoleh adalah dua lokasi yang berbeda untuk suatu titik yang sama. Berikut adalah parameter datum yang digunakan untuk pendefinisian koordinat, serta kedudukan dan orientasinya dalam ruang di muka bumi:

- Parameter utama, yaitu setengah sumbu panjang ellipsoid (a), setengah sumbu pendek (b), dan pengepengan ellipsoid (f).
- Parameter translasi, yaitu yang mendefinisikan koordinat titik pusat ellipsoid (X_0, Y_0, Z_0) terhadap titik pusat bumi.
- Parameter rotasi, yaitu ($\epsilon_x, \epsilon_y, \epsilon_z$) yang mendefinisikan arah sumbu-sumbu (X, Y, Z) ellipsoid.

II.2 Transformasi Datum

Prinsip transformasi datum adalah pengamatan pada titik-titik yang sama atau disebut titik sekutu. Titik sekutu ini memiliki koordinat-koordinat dalam berbagai datum. Dari koordinat koordinat ini dapat diketahui hubungan matematis antara datum yang bersangkutan sehingga terdapat besaran-besaran yang menggambarkan hubungan keduanya yang disebut dengan parameter transformasi.

III. PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1. Data Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Peta Lingkungan Laut Nasional (LLN) Jawa Tengah lembar 12 dengan skala 1:500.000 yang diperoleh dari Badan Informasi Geospasial (BIG).

Proyeksi	: Transverse Mercator
Skala	: 1 : 500.000
Datum Horisontal	: ID-74
Datum Vertikal	: Muka Tanjung Priok, Jakarta
Sistem koordinat	: Geografis dan UTM
- Data hasil pengukuran menggunakan GPS Handheld

III.2. Pelaksanaan Penelitian

1. Penyiaman (*Scanning*)

Peta LLN yang diperoleh adalah berupa peta analog. Karena semua proses untuk peta digital akan dilakukan dengan komputer maka data peta yang masih berupa data analog harus dirubah menjadi data digital dengan cara penyiaman (*scanning*).

2. Registrasi Peta LLN dengan software ER Mapper

Proses registrasi ini merupakan proses transformasi data, dari data yang belum mempunyai koordinat geografis menjadi data yang akan mempunyai koordinat geografi (georeferensi).

3. Penyimpanan dalam format *.ers/*ecw

Setelah rektifikasi telah berhasil dilakukan selanjutnya dilakukan penyimpanan dalam bentuk *.ers atau *.ecw.

4. Digitasi Garis Pantai dan Daerah Penelitian

Proses digitasi dilakukan pada sepanjang garis pantai yang tergambar pada peta. Selain garis pantai dilakukan digitasi batas darat antara wilayah Jawa Tengah dan Jawa Barat.

5. Penentuan Titik Dasar (*Basepoint*)

Penentuan titik-titik dasar (*Basepoint*) dilakukan di sepanjang garis pantai. Titik-titik dasar ini merupakan kumpulan dari titik dasar yang nantinya akan dihubungkan menjadi garis dasar. Garis dasar inilah yang nantinya akan dijadikan rencana awal untuk penarikan batas.

6. Penentuan Batas klaim sejauh 12 mil laut

Penentuan batas klaim digunakan metode pendekatan lingkaran berpusat di titik terluar. Batas laut yang akan didapat merupakan rangkaian titik-titik batas terluar yang dihubungkan dari busur busur lingkaran-lingkaran yang saling berpotongan. Setelah pembentukan lingkaran dengan berpusat di titik terluar, dilakukan pemotongan pada hasil gambar sehingga akan mendapat garis batas-batas laut.

7. Penentuan Batas dengan metode Equidistan

Penarikan batas wilayah laut kabupaten dilakukan dengan prinsip *Equidistance line* untuk dua daerah yang bersebelahan (*adjacent coast*). Penarikan batas dilakukan pada dua kondisi garis dasar yaitu garis dasar lurus dan garis dasar normal. Penarikan batas wilayah maritim provinsi ini nantinya akan menghasilkan bentuk batas antara kedua provinsi yang dipengaruhi oleh pemilihan garis dasar tersebut.

8. Perhitungan Parameter Transformasi

Transformasi dapat dilakukan dalam dua atau tiga dimensi, dalam proses transformasi ini memerlukan sejumlah titik-titik sekutu dengan koordinat dalam dua sistem datum yang berbeda. Titik titik sekutu dipilih pada persimpangan jalan dari Pemalang sampai Indramayu yang tampak pada peta LLN dengan datum ID-74, sedangkan koordinat dalam WGS84 diperoleh dari pengukuran menggunakan GPS handheld pada titik yang sama. Penentuan parameter transformasi dilakukan menggunakan 6 titik sekutu dan 4 titik sekutu sebagai perbandingan. Berikut adalah data titik sekutu yang digunakan :

Tabel 3.1 Data titik sekutu

No	ID 74		WGS 94	
	X	Y	X	Y
1	321201,8415	9237981,5169	321280,1598	9238008.386

2	299720,1542	9240716,021	299802,8344	9240735,612
3	228202,9446	9253413,743	228430,6703	9253822,923
4	218207,4568	9284500,636	218289,7302	9284610,064
5	209328,2058	9296042,859	209412,1726	9296063,489
6	199311,4351	9291874,53	199395,2697	9291733,412

Penghitungan parameter transformasi dilakukan dengan menggunakan metode transformasi Helmert (2D), Affine (2D), Lauf(2D), Bursa Wolf (3D) dan Molodensky-Badekas(3D). Setelah didapat parameter transformasi dari kelima metode, dihitung titik-titik koordinat batas wilayah laut dalam WGS 84, selanjutnya koordinat tersebut digambarkan untuk melihat pergeseran garis pantai dari dua datum yang berbeda.

III.2.1 Data Uji Validasi

Dalam penelitian ini digunakan 6 titik sebagai uji validasi yang dipilih pada persimpangan jalan yang tampak pada peta LLN dengan datum ID-74 di daerah Kendal sampai Pekalongan, sedangkan koordinat dalam WGS84 diperoleh dari pengukuran menggunakan GPS handheld pada titik yang sama. Koordinat pada WGS-84 dihitung dengan menggunakan parameter yang sudah dihitung sebelumnya, dari hasil transformasi tersebut bisa didapatkan besar perbedaan antara koordinat hasil perhitungan dan koordinat dalam WGS-84 yang diukur. Berikut adalah data titik uji yang digunakan :

Tabel 3.2 Data titik uji

No	ID 74		WGS 94	
	X	Y	X	Y
1	417419,5772	9230457,64	417505,4764	9230478,86
2	411693,7838	9234614,75	411778,5665	9234636,886
3	397680,3423	9229124,4	397764,2732	9229147,921
4	367423,9797	9231420,77	367509,018	9231441,103
5	359592,8196	9236297,16	359676,1621	9236320,306
6	352466,6625	9237266,43	352549,173	9237289,864

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Transformasi Helmert 2D

IV.1.1. Standar Deviasi

Nilai Standar Deviasi didapat dari besar nilai perbedaan koordinat pada penentuan koordinat titik sekutu setelah transformasi menggunakan parameter yang sudah dihitung . Titik sekutu dipilih pada persimpangan jalan dari Pemalang sampai Indramayu yang tampak pada peta LLN dengan datum ID-74, sedangkan koordinat dalam WGS84 diperoleh dari pengukuran menggunakan GPS handheld pada titik yang sama Berikut adalah nilai error pada transformasi titik sekutu:

Tabel 4.1 Deviasi Titik Sekutu Model Helmert

No	Deviasi X (m)	Deviasi Y (m)
1	-20,9709	68,6914
2	-11,1563	73,6019
3	-109,0979	-326,2522
4	42,1821	-47,37436
5	46,0800	33,5396
6	52,9630	197,7936

Dari nilai deviasi pada transformasi titik sekutu didapat nilai Standar Deviasi sebesar $\pm 149,2658$ m.

IV.1.2. Standar Error

Nilai Standar Error didapat dari besar kesalahan pada penentuan koordinat titik uji setelah transformasi menggunakan parameter yang sudah dihitung. Titik uji validasi dipilih pada persimpangan jalan yang tampak pada peta LLN dengan datum ID-74 di daerah Kendal sampai Pekalongan, sedangkan koordinat dalam WGS84 diperoleh dari pengukuran menggunakan GPS handheld pada titik yang sama Berikut adalah nilai error pada transformasi titik uji:

Tabel IV.2 Error Titik Uji Model Helmert

No	Error X (m)	Error Y (m)
1	-92,17076	81,8061
2	-87,3640	77,9851
3	-77,0768	79,8850
4	-58,1769	80,7659

5	-51,4131	74,5201
6	-45,87988944	73,41133137

Dari nilai error pada transformasi titik uji didapat nilai Standar Error sebesar $\pm 115,6051$ m.

IV.2 Hasil Transformasi Lauf 2D

IV.2.1. Standar Deviasi

Berikut adalah nilai error pada transformasi titik sekutu:

Tabel 4.3 Deviasi Titik Sekutu Model Lauf

No	Deviasi X (m)	Deviasi Y (m)
1	26,1773	-100,6143
2	-36,5905	115,4731
3	-16,9265	-97,61105
4	23,8808	-5,29025
5	-47,7246	-42,9308
6	45,8141	31,8636

Dari nilai deviasi pada transformasi titik sekutu didapat nilai Standar Deviasi sebesar $\pm 84,7830$ m.

IV.2.2. Standar Error

Berikut adalah nilai error pada transformasi titik uji:

Tabel 4.4 Error Titik Uji Model Lauf

No	Error X (m)	Error Y (m)
1	1012,9270	-1790,6495
2	1003,8748	-1590,5023
3	659,2420	-1386,9974
4	306,0377	-784,1878
5	301,8299	-608,3793
6	245,3847	-493,2778

Dari nilai error pada transformasi titik uji didapat nilai Standar Error sebesar $\pm 1390,3759$ m.

IV.3 Hasil Transformasi Affine 2D

IV.3.1. Standar Deviasi

Berikut adalah nilai error pada transformasi titik sekutu:

Tabel 4.5 Deviasi Titik Sekutu Model Affine

No	Deviasi X (m)	Deviasi Y (m)
1	-13,533	-26,93701
2	20,6127	73,14833
3	-13,08	-52,82654
4	10,5226	-86,1986
5	-24,064	-90,45562
6	19,5422	183,2725

Dari nilai deviasi pada transformasi titik sekutu didapat nilai Standar Deviasi sebesar $\pm 99,9325$ m.

IV.3.2. Standar Error

Berikut adalah nilai error pada transformasi titik uji:

Tabel 4.6 Error Titik Uji Model Affine

No	Error X (m)	Error Y (m)
1	-215,7395	-496,6088
2	-220,4304	-516,0581
3	-160,3575	-365,0837
4	-99,93741	-211,5551
5	-102,3904	-229,498
6	-89,07541	-199,7776

Dari nilai error pada transformasi titik uji didapat nilai Standar Error sebesar $\pm 394,295$.

IV.4 Hasil Transformasi Bursa Wolf 3D

IV.4.1. Standar Deviasi

Berikut adalah nilai error pada transformasi titik sekutu:

Tabel 4.7 Deviasi Titik Sekutu Model Bursa Wolf

No	Deviasi X (m)	Deviasi Y (m)	Deviasi Z (m)
1	17,9801	11,432	51,4648
2	5,7607	13,531	90,4776
3	112,244	1,6619	-319,643
4	-36,973	-18,278	-45,8809
5	-42,078	-12,031	31,0769
6	-56,933	3,6846	192,504

Dari nilai deviasi pada transformasi titik sekutu didapat nilai Standar Deviasi sebesar $\pm 125,5091$ m.

IV.4.2. Menghitung Standar Error

Berikut adalah nilai error pada transformasi titik uji:

Tabel 4.8 Error Titik Uji Model Bursa Wolf

No	Error X (m)	Error Y (m)	Error Z (m)
1	92,5170	30,5489	121,787
2	88,4616	28,6014	116,701
3	75,9385	27,2374	116,206
4	56,2268	21,0628	111,58
5	50,7991	17,0883	103,799
6	44,5595	17,1084	101,024

Dari nilai error pada transformasi titik uji didapat nilai Standar Error sebesar $\pm 99,4464$ m.

IV.5 Hasil Transformasi Molodensky Badekas 3D

IV.5.1. Menghitung Standar Deviasi

Berikut adalah nilai error pada transformasi titik sekutu:

Tabel 4.9 Deviasi Titik Sekutu Model Molodensky Badekas

No	Deviasi X (m)	Deviasi Y (m)	Deviasi Z (m)
1	17,9801	11,432	51,465
2	5,76066	13,531	90,478
3	112,244	1,6619	-319,64
4	-36,9735	-18,28	-45,881
5	-42,0784	-12,03	31,077
6	-56,9329	3,6846	192,5

Dari nilai error pada transformasi titik sekutu didapat nilai Standar Deviasi sebesar $\pm 125,5091$ m.

IV.5.2. Menghitung Standar Error

Berikut adalah nilai error pada transformasi titik uji:

Tabel 4.10 Error Titik Uji Model Molodensky Badekas

No	Error X (m)	Error Y (m)	Error Z (m)
1	3,223	0,2445	68,239
2	-0,832	-1,703	63,153
3	-13,36	-3,067	62,658
4	-33,07	-9,2416	58,032
5	-38,49	-13,216	50,251
6	-44,73	-13,196	47,476

Dari nilai error pada transformasi titik ujididapat nilai Standar Error sebesar $\pm 48,5521$ m.

IV.6 Hasil Keseluruhan Model Transformasi

Nilai RMSE dan Standar Deviasi yang menjadi indikasi ketelitian transformasi dalam penentuan parameter transformasi. Berikut adalah tabel dari nilai RMSE dan Standar Deviasi dari semua metode transformasi:

Tabel 4.11 Tabel nilai ketelitian titik sekutu

	Parameter				
	2D			3D	
	Helmert	Lauf	Affine	BW	MB
RMS (m)	121,875	59,9507	70,66292	98,11503	98,11503
Standar Deviasi (m)	149,2658	84,7831	99,93246	125,5092	125,5092

Tabel 4.12 Tabel nilai ketelitian titik uji

	Titik Uji				
	2D			3D	
	Helmert	Lauf	Affine	BW	MB
RMS (m)	74,62282	283,8093	278,8087	77,74089	37,95493
Standar Deviasi (m)	115,6052	1390,376	394,2951	99,44648	48,55211

IV.7 Hasil Uji Statistik Menggunakan *Chi-Squares*

Pengujian menggunakan *Chi-Squares* dimaksudkan untuk mencari nilai kepercayaan data pengamatan dengan nilai yang ditentukan. Dalam penelitian ini digunakan nilai kepercayaan 95 %.

IV.7.1. Uji Statistik Transformasi dengan 6 Titik Sekutu

Tabel 4.13 Tabel nilai ketelitian 6 titik sekutu

Tingkat Kepercayaan 95 % $\sigma = 1/3 \times$ Skala Peta							
Metode	Titik Pengamatan	Parameter	df	S^2	χ^2 hitung	χ^2 tabel	Kondisi
Helmert	12	4	8	22280,2841	6,416	2,73	Ditolak
Lauf	12	6	6	7188,17341	1,552	1,64	Diterima
Affine	12	6	6	9986,4966	2,157	1,64	Ditolak
Bursa Wolf	18	7	11	15752,5521	6,238	4,58	Ditolak
Molodensky	18	7	11	15752,5521	6,238	4,58	Ditolak

Uji *Chi-Squares* mensyaratkan χ^2 hitung lebih kecil dari χ^2 tabel. Dengan menggunakan taraf uji 5% disimpulkan bahwa kesalahan perhitungan parameter transformasi dengan 6 titik sekutu hanya metode Lauf yang lolos uji statistik *Chi-Squares*.

IV.7.2. Uji Statistik Transformasi dengan Titik Sekutu Minimal

Selain dihitung dari 6 titik sekutu, penentuan parameter transformasi juga dihitung dengan menggunakan 3 titik sekutu untuk metode Helmert, dan 4 titik sekutu untuk metode Lauf, Affine, Bursa Wolf, dan Molodensky Badekas. Berikut adalah tabel uji *Chi-Squares* untuk minimal data pengamatan.

Tabel 4.14 Tabel nilai ketelitian dengan titik sekutu minimal

Tingkat Kepercayaan 95 % $\sigma = 1/3 \times$ Skala Peta							
Metode	Titik Pengamatan	Parameter	df	S^2	χ^2 hitung	χ^2 tabel	Kondisi
Helmert	6	4	2	169,9869	0,0122	0,10	Diterima
Lauf	8	6	2	168,148	0,0121	0,10	Diterima
Affine	8	6	2	1674,712	0,1205	0,10	Ditolak
Bursa Wolf	12	7	5	1044,255	0,1879	1,15	Diterima
Molodensky	12	7	5	1044,255	0,1879	1,15	Diterima

Dengan menggunakan taraf uji 5% disimpulkan bahwa kesalahan perhitungan parameter transformasi dengan minimal titik sekutu hanya metode Affine yang tidak lolos uji statistik *Chi-Squares*.

IV.8 Delineasi Batas Wilayah Laut dalam WGS 84

Penentuan batas wilayah laut daerah Jawa Tengah dan Jawa barat didasarkan pada bentuk pantai yang merupakan pantai yang bersebelahan. Menurut UNCLOS 1982, penarikan batas wilayah untuk daerah yang bersebelahan (*adjacent*

coast) adalah dengan prinsip *equidistance line* sejauh 12 mil laut (1 mil laut = 1,852 km). Proses penarikan batas dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hasil penarikan batas dengan prinsip *equidistance line*

Setelah didapat koordinat titik batas laut dalam ID 74, koordinat tersebut di konversi menggunakan parameter transformasi yang sudah dihitung dan dihitung juga azimut dari dua titik untuk masing-masing metode transformasi. Berikut adalah daftar koordinat dan azimut antar titik batas wilayah laut:

Tabel 4.15 Koordinat titik batas laut dan azimut dalam ID 74

No	X (m)	Y (m)	Azimut
1	263896,29	9273201,59	190° 0' 0"
2	263688,65	9272024,70	197° 51' 20,21"
3	263226,08	9270588,76	194° 48' 3,72"
4	258292,67	9251917,91	

Tabel 4.16 Koordinat titik batas laut dan azimut dalam WGS 84 dihitug dengan metode Helmert

No	X (m)	Y (m)	Azimut
1	263990,74	9273272,314	190° 0' 15,9"
2	263783,27	9272096,207	197° 51' 14,9"
3	263321,04	9270661,206	194° 47' 58,4"
4	258391,38	9252002,61	

Tabel 4.17 Koordinat titik batas laut dan azimut dalam WGS 84 dihitug dengan metode Affine

No	X (m)	Y (m)	Azimut
1	263932,89	9273096,635	189° 51' 13,8"
2	263731,27	9271935,837	197° 48' 52,9"
3	263276,53	9270520,761	194° 42' 56,4"
4	258442,44	9252114,807	

Tabel 4.18 Koordinat titik batas laut dan azimut dalam WGS 84 dihitug dengan metode Lauf

No	X (m)	Y (m)	Azimut

1	263987,532	9273520,144	
			189 ⁰ 57' 26,1''
2	263780,662	9272341,786	
			197 ⁰ 48' 55,2''
3	263318,684	9270904,218	
			194 ⁰ 49' 28,5''
4	258380,713	9252247,182	

Tabel 4.19 Koordinat titik batas laut dan azimut dalam WGS 84
dihitung dengan model 3D

No	Bursa wolf			Molodensky Badekas		
	X	Y	Azimut	X	Y	Azimut
1	263988,49	9273281,89		264000,3	9273278,2	
			189 ⁰ 59' 39,4''			189 ⁰ 59' 39,4''
2	263781,24	9272105,83		263793,03	9272102,2	
			220 ⁰ 30' 9,61''			220 ⁰ 30' 8,8''
3	262526,05	9270636,33		262537,85	9270632,7	
			192 ⁰ 30' 42,9''			192 ⁰ 30' 42,9''
4	258393,24	9252012,76		258405,04	9252009,1	

Setelah didapat koordinat dan azimut titik batas laut dalam ID 74, dihitung juga sudut diantara koordinat batas untuk mengetahui karakteristik hasil transformasi dari masing-masing metode. Berikut adalah daftar koordinat dan sudut antara titik batas wilayah laut

Tabel 4.20 Koordinat titik batas laut dan sudut antara dalam ID 74

No	X	Y	Sudut Antara
1	263896,295	9273201,59	
2	263688,654	9272024,70	187 ⁰ 50' 58,94''
3	263226,085	9270588,76	176 ⁰ 56' 43,50''
4	258292,673	9251917,91	

Tabel 4.21 Koordinat titik batas laut dan sudut antara
dihitung dengan metode Helmert

No	X (m)	Y (m)	Sudut
1	263990,740	9273272,31	
2	263783,267	9272096,20	187 ⁰ 50' 58,94''
3	263321,042	9270661,20	176 ⁰ 56' 43,50''
4	258391,383	9252002,61	

Tabel 4.22 Koordinat titik batas laut dan sudut antara
dihitung dengan metode Affine

No	X (m)	Y (m)	Sudut
1	263932,89	9273096,63	
2	263731,27	9271935,84	187 ⁰ 57' 39,1''
3	263276,53	9270520,76	176 ⁰ 54' 3,55''
4	258442,44	9252114,81	

Tabel 4.23 Koordinat titik batas laut dan sudut antara
dihitung dengan metode Lauf

No	X (m)	Y (m)	Sudut
1	263987,53	9273520,144	
2	263780,66	9272341,786	187 ⁰ 51' 29,11''

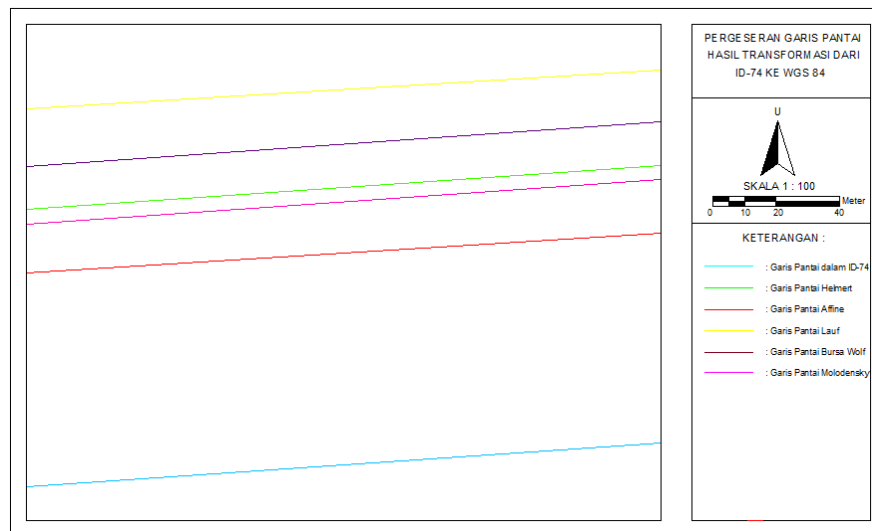
3	263318,68	9270904,218	177°0'22,26"
4	258380,71	9252247,182	

Tabel 4.24 Koordinat titik batas laut dan sudut antara dihitung dengan model 3D

No	Bursa wolf			Molodensky Badekas		
	X	Y	Azimut	X	Y	Azimut
1	263988,49	9273281,9		264000,28	9273278,2	
2	263781,24	9272105,8	210°30'30,21"	263793,03	9272102,2	210°30'29,40"
3	262526,05	9270636,3	152°0'33,28"	262537,85	9270632,7	152°0'34,09"
4	258393,24	9252012,8		258405,04	9252009,1	

IV.9 Hasil Garis Pantai dalam WGS 84

Koordinat garis pantai yang didapat setelah digitasi, kemudian ditransformasikan ke WGS 84 menggunakan parameter yang telah diketahui untuk melihat pergeseran garis pantai yang terjadi. Gambar 4.2 adalah contoh perubahan garis pantai di daerah kota Tegal dengan skala 1:100.



Gambar 4.2 Pergeseran garis pantai di kota Tegal

Keterangan:

- : Garis pantai dalam ID 74
- : Garis pantai dalam WGS 84 (Helmert)
- : Garis pantai dalam WGS 84 (Lauf)
- : Garis pantai dalam WGS 84 (Affine)
- : Garis pantai dalam WGS 84 (Bursa wolf)
- : Garis pantai dalam WGS 84(Molodensky Badekas)

Berikut adalah rata-rata jarak antar garis pantai dalam ID74 dan garis pantai dalam WGS 84 yang dihitung dari masing-masing metode transformasi:

Tabel 4.20 Jarak antar garis pantai

No	Metode	Rata-rata Jarak (m)
1	Helmert	118,9337
2	Affine	475,5892
3	Lauf	1299,4931
4	Bursa Wolf	135,4493
5	Molodensky	152,2781

IV.10 Analisis Pemilihan Metode Transformasi yang Optimal

Dari nilai Standar Deviasi dan RMSE pada titik sekutu, metode Lauf menunjukkan nilai error yang paling kecil diantara semua metode. Pada titik uji, nilai metode Lauf menunjukkan error yang paling besar diantara semua metode. Ini menunjukkan bahwa metode Lauf baik untuk digunakan dalam transformasi koordinat pada titik yang berada pada jangkauan distribusi titik sekutu.

Dari perhitungan nilai sudut antara koordinat batas wilayah laut di titik 2 dan 3, metode Helmert menunjukkan besar sudut antara yang sama dengan koordinat titik batas wilayah laut dalam datum ID-74. Ini menunjukkan bahwa metode transformasi Helmert 2D bersifat konform.

Nilai variansi yang ditunjukkan pada penentuan parameter transformasi menggunakan titik sekutu minimal lebih kecil daripada nilai variansi pada penentuan parameter transformasi dengan 6 titik sekutu. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak titik sekutu yang diambil, semakin besar nilai kesalahan. Besarnya nilai kesalahan terjadi karena eksagerasi pada peta Lingkungan laut nasional yang mempunyai skala 1:500.000. pada peta tersebut, jalan utama tergambar dengan lebar sekitar 1 mm, dengan skala 1:500.000 berarti lebar dilapangan adalah 500 m. Meskipun itu tidak benar, pembesaran lebar jalan pada peta adalah suatu kelumrahan untuk menampilkan fitur penting seperti jalan utama agar tergambar jelas.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dilihat dari nilai Standar Deviasi dan uji *Chi-Squares* pada titik sekutu dan titik uji, metode penentuan parameter transformasi yang paling tepat untuk penelitian ini adalah metode Lauf 2D.
2. Jumlah data pengamatan dan metode yang optimal adalah metode Lauf 2D dengan 4 titik sekutu dilihat dari nilai variansi yang paling kecil diantara metode yang lain. Metode Lauf baik digunakan ketika koordinat yang ditransformasi berada pada jangkauan distribusi titik sekutu. Besar nilai kesalahan pada pemilihan titik sekutu terjadi karena eksagerasi pada peta Lingkungan Laut Nasional yang mempunyai skala 1:500.000.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. (2007). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: Pradnya Paramitha.
- Burtch, Robert (2000). *Analytical Photogrammetry Lecture Notes*. Ferris State University.
- Depdagri, 2006, *Peraturan Menteri Dalam Negeri No.1 Tahun 2006 Tentang Pedoman Penegasan Batas Daerah*, Jakarta.
- Depdagri, 2006, *Undang-Undang No 32 Tahun 2004 Tentang Otonomi daerah*, Jakarta.
- Jurnal Surveying dan Geodesi, 2001. ITB
- Marzuki, Amin (2009). *Aplikasi Penentuan Parameter Transformasi Lokal Batu Hijau untuk Survei dan Pemetaan Area Tambang PT.Newmont Nusa Tenggara*. Laporan Tugas Akhir Program Studi Geodesi, Universitas Diponegoro
- Purworahardjo, Umaryono (2002). *Catatan Kuliah Hitung dan Proyeksi Geodesi*. Bandung: ITB.
- Soedomo, Agoes S. (2004). *Sistem dan Transformasi Koordinat*. Bandung: ITB