

## ANALISA HASIL PENGAMATAN PASANG SURUT AIR LAUT METODE LANGSUNG DAN TIDAK LANGSUNG

DENI TRI CAHYONO, DANAR GURUH PRATOMO

Program Studi Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

### Abstrak

Pengamatan pasut terdiri dari dua metode, yaitu pengamatan secara langsung dan pengamatan secara tidak langsung. Pengamatan secara langsung dilakukan dengan membaca skala pada rambu pasut. Pengamatan tidak langsung dilaksanakan dengan menggunakan alat *automatic tide gauge*.

Dalam penelitian ini, data pengamatan yang digunakan adalah data perairan Sabang bulan Juli 2007. Sedangkan metode perhitungan komponen pasut yang digunakan adalah metode *admiralty* dan *least square*. Nilai signifikansi perbedaan antara data pengamatan langsung dan tidak langsung akan diuji secara statistik menggunakan *t-test*.

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai komponen pasut semi diurnal ( $M_2$  dan  $S_2$ ) lebih dominan dibandingkan dengan komponen pasut yang lain. Nilai amplitudo  $M_2$  dan  $S_2$  terbesar senilai 54,3 cm dan 32,4 cm serta nilai fase  $296^\circ$  dan  $351^\circ$  yang berasal dari data pengamatan tidak langsung menggunakan metode *admiralty*. Perairan Sabang memiliki tipe pasut ganda, dengan nilai  $F$  sebesar 0,15 dari pengolahan *admiralty* dan 0,16 dari pengolahan *least square*. Koefisien korelasi antar komponen pasut terbesar terjadi pada  $K_1-O_1$  dengan nilai 0,005118 untuk data dari pengamatan tidak langsung dan langsung, sedangkan koefisien korelasi terkecil terjadi pada  $K_1-MS_4$  sebesar -0,000002 untuk pengamatan langsung dan tidak langsung.

### PENDAHULUAN

Hidrografi adalah cabang dari ilmu terapan yang membahas tentang pengukuran dan deskripsi atau uraian permukaan laut dan kawasan pantai terutama untuk keperluan navigasi maupun kegiatan kelautan yang lainnya, termasuk kegiatan lepas pantai, perlindungan lingkungan, dan untuk kegiatan peramalan (IHO, 2006). Salah satu bagian dari survei hidrografi adalah pengamatan pasang surut (pasut) air laut. Pasut air laut didefinisikan sebagai naik turunnya permukaan laut karena adanya pengaruh gaya yang ditimbulkan oleh benda-benda langit (Ali, dkk, 1994).

Pengamatan pasut terdiri dari dua metode (Rochman Djaja, dalam Ongkosongo, 1989) yaitu pengamatan secara langsung dan

pengamatan secara tidak langsung. Pengamatan secara langsung dilakukan dengan membaca skala pada rambu pasut yang terkena permukaan air laut pada selang waktu tertentu. Pengamatan tidak langsung dilaksanakan dengan menggunakan alat *automatic tide gauge*.

Perbedaan penggunaan alat dalam pengamatan pasut akan memberikan data yang berbeda. Dalam penelitian ini, besarnya signifikansi perbedaan antara data dari pengamatan langsung dan tidak langsung akan diuji secara statistik. Perbedaan dapat disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya adalah faktor alam, manusia dan alat.

Komponen harmonik yang dihasilkan dari data pengamatan memiliki keterkaitan antara satu dengan yang lain. Hubungan tersebut

disebabkan oleh gaya pembangkit pasut utama (bulan dan matahari). Berdasarkan hal tersebut, pada tugas akhir ini dilakukan analisis terhadap nilai korelasi antar komponen pasut. Dengan diketahuinya amplitudo dari setiap komponen pasut, maka dapat dihitung pula *chart datum*. *Chart datum* adalah suatu titik atau bidang referensi yang digunakan pada peta-peta navigasi maupun pada peramalan pasut, yang umumnya dihubungkan terhadap permukaan air rendah (Suyarso, dalam Ongkosongo, 1989). Penelitian ini juga menghitung model *chart datum* perairan Sabang dari beberapa model *chart datum* yang lain.

### Perumusan Masalah

1. Seberapa besar nilai signifikansi perbedaan antara data dari pengamatan langsung dan tidak langsung.
2. Apa penyebab terjadinya perbedaan data dari metode pengamatan pasut secara langsung dan tidak langsung.
3. Seberapa besar nilai korelasi antar komponen pasut dari pengamatan langsung dan tidak langsung.
4. Seberapa besar nilai *chart datum* di perairan Sabang dengan menggunakan beberapa model *chart datum*.

### Batasan Permasalahan

1. Data yang digunakan adalah data pasut daerah Sabang dengan lama pengamatan 29 piamtan selama bulan Juli 2007.
2. Data pasut hasil pengamatan secara tidak langsung berupa grafik.
3. Analisa perbandingan terhadap data pengamatan pasut menggunakan uji statistik yaitu uji statistik dua rata-rata *t-test*.
4. Metode pengolahan data pasut yang digunakan adalah metode *admiralty* dan *least square*.
5. Komponen pasut yang akan dianalisis adalah  $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $M_4$ ,  $MS_4$

6. Model *chart datum* yang dipilih antara lain adalah *chart datum* MSL (*Mean Sea Level*), *chart datum admiralty* Inggris, *chart datum* pantai timur Amerika dan *chart datum* IHO.

### Tujuan

1. Mengetahui nilai signifikansi antara data dari pengamatan langsung dan tidak langsung.
2. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya perbedaan antara data dari pengamatan secara langsung dan tidak langsung.
3. Mengetahui hubungan atau korelasi antar komponen pasut dari pengamatan langsung dan tidak langsung.
4. Mengetahui nilai *chart datum* perairan Sabang dari berbagai model *chart datum*.

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Lokasi Penelitian

Lokasi yang menjadi obyek dari penelitian ini adalah daerah Sabang, Nangroe Aceh Darussalam, yang secara geografis terletak pada koordinat  $5^{\circ}53'17''$  LU dan  $95^{\circ} 18' 59''$  BT.



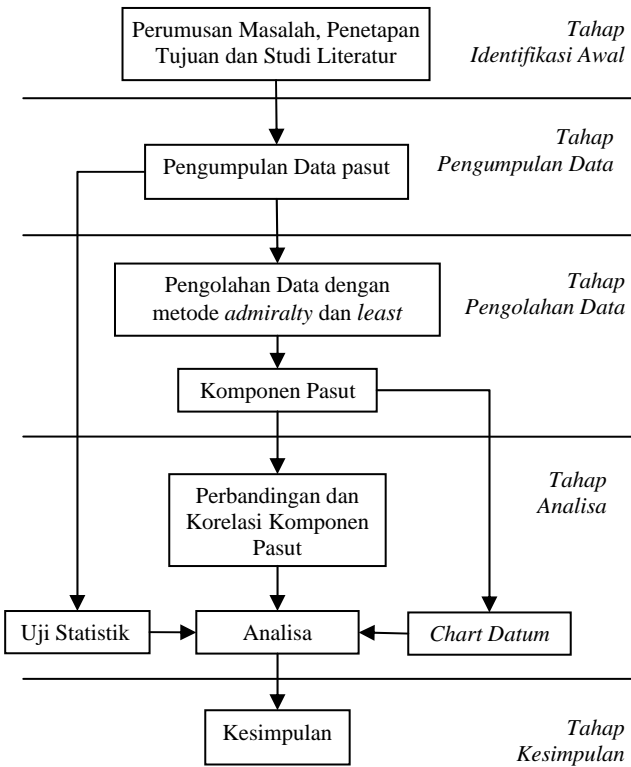
Gambar 1. Lokasi penelitian, Sabang, Nangroe Aceh Darussalam

#### Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pasang surut *automatic tide gauge* tipe OTT AWLR daerah Sabang dengan lama

pengamatan satu bulan (bulan Juli tahun 2007) dalam format grafik. Sebagai pembandingnya digunakan data pasang surut dari pengamatan *tide staff* (palem) dengan waktu yang sama dalam format tabular.

**Tahapan Penelitian**

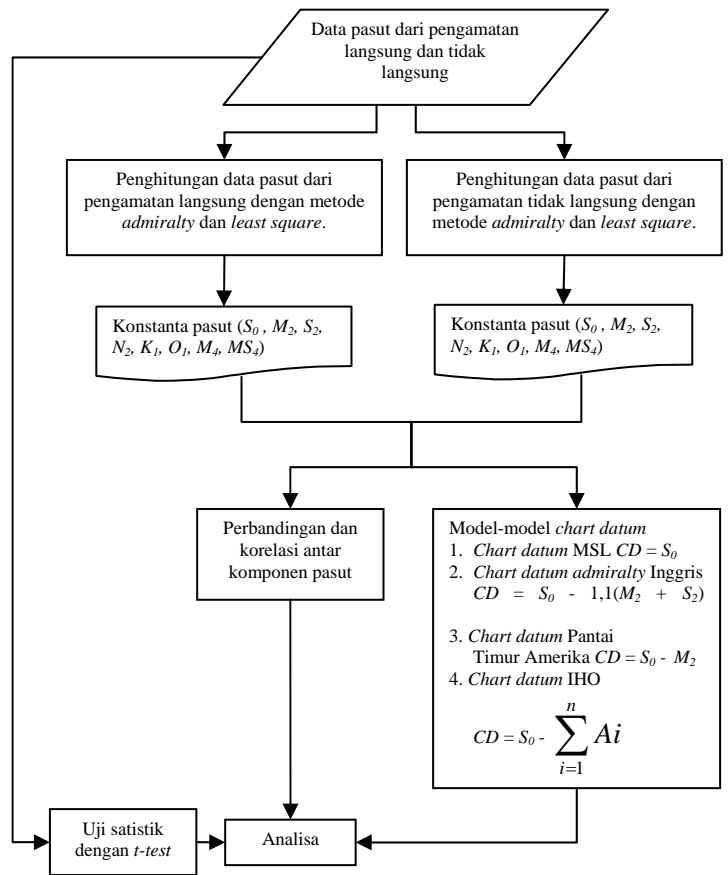


**Gambar 2. Tahapan Penelitian**

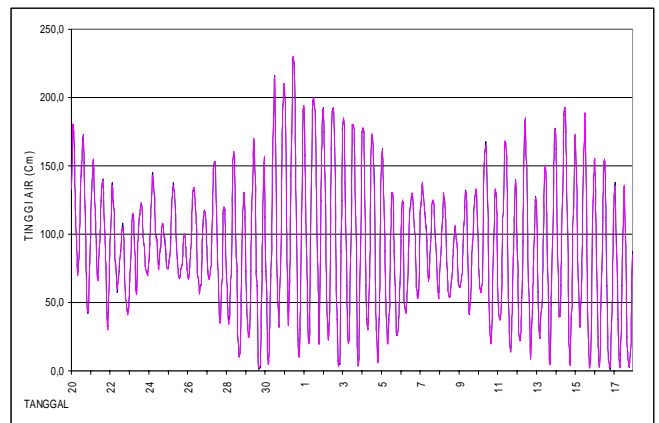
**HASIL DAN ANALISA**

**Analisa Data Pengamatan**

Analisis data pengamatan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan antara hasil pengamatan pasut metode langsung dengan tidak langsung. Gambar 4 menunjukkan bahwa adanya selisih yang kecil antara kedua data pengamatan, dengan selisih tertinggi adalah 5 cm.



**Gambar 3. Diagram Alir Pengolahan Data**



Ket : — Data Pengamatan Langsung  
 — Data Pengamatan Tidak

**Gambar 4. Pertampalan Kurva Pengamatan Langsung dan Tidak Langsung**

Selisih dari nilai kedua data pengamatan dapat disebabkan oleh kondisi malam hari yang gelap sehingga pembacaan data pasut pada palem kurang jelas, perputaran kertas pada

*automatic tide gauge* tidak tetap sehingga waktu yang ditunjukkan oleh angka-angka pada kertas tidak sesuai dengan waktu yang sebenarnya, ketebalan pena pada *automatic tide gauge* dan interpolasi data grafik yang kurang teliti juga dapat menyebabkan selisih nilai pengamatan.

### Analisa Komponen Pasut

Analisis harmonik komponen pasut dilakukan untuk mendapatkan nilai amplitudo dan fase dari komponen ( $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $M_4$ ,  $MS_4$ ) pada kedua metode pengamatan pasut. Analisis ini menggunakan dua metode yaitu, metode *admiralty* dan *least square*.

### Analisa Harmonik Metode Admiralty

Nilai dari amplitudo dan fase dari komponen pasut ( $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $M_4$ ,  $MS_4$ ) daerah perairan Sabang dari pengolahan metode *admiralty* untuk bulan Juli-Agustus 2007 dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan 3.3. Pada Tabel 3.2 dan 3.3 terlihat bahwa komponen pasut  $M_2$  merupakan komponen yang dominan dengan nilai amplitudo 54,0 cm dan fase 271° untuk pengamatan tidak langsung sedangkan untuk pengamatan langsung nilai amplitudo sebesar 53,7 cm dan fase 271°. Komponen  $S_2$  merupakan komponen terbesar kedua setelah  $M_2$  dengan nilai amplitudo dan fase 32,0 cm dan 332° untuk pengamatan tidak langsung sedangkan untuk pengamatan langsung nilai amplitudo dan fase sebesar 31,6 cm dan 332°. Ini dikarenakan pasut di daerah perairan Sabang adalah penjalaran pasut dari Samudera Hindia dan Selat Malaka yang bersifat ganda harian.

**Tabel 1. Nilai Amplitudo dan Fase dari Pengamatan Tidak Langsung Menggunakan Metode Admiralty**

| Komponen       | $M_2$ | $S_2$ | $N_2$ | $K_1$ | $O_1$ | $M_4$ | $MS_4$ |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Amplitudo (cm) | 53,7  | 31,6  | 7,5   | 10,4  | 2,7   | 1,5   | 2,2    |
| Fase (°)       | 271   | 332   | 236   | 328   | 253   | 206   | 237    |

**Tabel 2. Nilai Amplitudo dan Fase dari Pengamatan Langsung Menggunakan Metode Admiralty**

| Komponen       | $M_2$ | $S_2$ | $N_2$ | $K_1$ | $O_1$ | $M_4$ | $MS_4$ |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Amplitudo (cm) | 54,0  | 32,0  | 6,5   | 10,6  | 3,5   | 0,6   | 2,2    |
| Fase (°)       | 296   | 351   | 273   | 348   | 291   | 269   | 270    |

### Analisa Harmonik Metode Least Square

Nilai dari amplitudo dan fase dari komponen pasut ( $M_2$ ,  $S_2$ ,  $N_2$ ,  $K_1$ ,  $O_1$ ,  $M_4$ ,  $MS_4$ ) daerah perairan Sabang dari pengolahan metode *least square* untuk bulan Juli-Agustus 2007 dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan 3.5. Pada Tabel 3.4 dan 3.5 terlihat bahwa komponen pasut  $M_2$  merupakan komponen yang dominan dengan nilai amplitudo 54,3 cm dan fase 296° untuk pengamatan tidak langsung sedangkan untuk pengamatan langsung nilai amplitudo sebesar 54,0 cm dan fase 296°. Komponen  $S_2$  merupakan komponen terbesar kedua setelah  $M_2$  dengan nilai amplitudo dan fase 32,4 cm dan 351° untuk pengamatan tidak langsung sedangkan untuk pengamatan langsung nilai amplitudo dan fase sebesar 32,0 cm dan 351°.

**Tabel 3. Nilai Amplitudo dan Fase dari Pengamatan Tidak Langsung Menggunakan Metode Least Square.**

| Komponen       | $M_2$ | $S_2$ | $N_2$ | $K_1$ | $O_1$ | $M_4$ | $MS_4$ |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Amplitudo (cm) | 54,3  | 32,4  | 6,2   | 10,9  | 3,4   | 0,5   | 1,9    |
| Fase (°)       | 296   | 351   | 271   | 347   | 287   | 288   | 265    |

**Tabel 4. Nilai Amplitudo dan Fase dari Pengamatan Langsung Menggunakan Metode Least Square.**

| Komponen       | $M_2$ | $S_2$ | $N_2$ | $K_1$ | $O_1$ | $M_4$ | $MS_4$ |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Amplitudo (cm) | 54,0  | 32,0  | 7,0   | 10,7  | 2,6   | 1,4   | 1,8    |
| Fase (°)       | 271   | 332   | 234   | 327   | 246   | 214   | 230    |

### Analisa Duduk Tengah

Duduk tengah atau *Mean Sea Level* (MSL) perairan Sabang pada bulan Juli-Agustus 2007 menggunakan metode *admiralty* sebesar 91,6 cm untuk pengamatan tidak langsung dan 91,7 cm untuk pengamatan langsung, sedangkan

yang menggunakan metode *least square* sebesar 91,7 cm untuk pengamatan tidak langsung dan 91,8 cm untuk pengamatan langsung.

**Tabel 5. Nilai  $S_0$  Perairan Sabang Bulan Juli 2007**

|               | Pengamatan Tidak Langsung |                     | Pengamatan Langsung |                     |
|---------------|---------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|               | <i>Admiralty</i>          | <i>Least Square</i> | <i>Admiralty</i>    | <i>Least Square</i> |
| $S_0$<br>(cm) | 91,6                      | 91,7                | 91,7                | 91,8                |

**Analisa Tipe Pasut**

Tipe pasut dapat ditentukan dari hasil pembagian jumlah amplitudo komponen  $K_1$  dan  $O_1$  dengan jumlah amplitudo komponen  $M_2$  dan  $S_2$ . Dari perhitungan diketahui tipe pasut di perairan Sabang memiliki tipe ganda, dengan komponen setengah harian ( $M_2$  dan  $S_2$ ) lebih dominan. Harga  $F$  dari metode *admiralty* adalah 0,15 untuk pengamatan langsung dan tidak langsung, sedangkan dari metode *least square* adalah 0,16 untuk pengamatan langsung dan tidak langsung.

**Analisa Model Chart Datum**

Perhitungan *chart datum* di perairan Sabang menurut berbagai model adalah sebagai berikut:

1. *Chart datum* komponen pasut dari pengamatan tidak langsung yang menggunakan metode *admiralty*.
  - *Chart datum* MSL (*Mean Sea Level*)
 
$$CD = S_0$$

$$CD = 91,6 \text{ cm}$$
  - *Chart datum admiralty* Inggris
 
$$CD = S_0 - 1,1(M_2 + S_2)$$

$$CD = 91,6 - 1,1(54,0 + 32,0)$$

$$CD = -3 \text{ cm}$$
  - *Chart datum* Pantai Timur Amerika
 
$$CD = S_0 - M_2$$

$$CD = 91,6 - 54,0$$

$$CD = 37,6 \text{ cm}$$
  - *Chart datum* IHO

$$CD = S_0 - \sum_{i=1}^n A_i$$

$$CD = 91,6 - (54,0 + 32,0 + 7,0 + 10,7 + 2,6 + 1,4 + 1,8)$$

$$CD = -17,9 \text{ cm}$$

2. *Chart datum* komponen pasut dari pengamatan langsung yang menggunakan metode *admiralty*.

- *Chart Datum* MSL (*Mean Sea Level*)

$$CD = S_0$$

$$CD = 91,7 \text{ cm}$$

- *Chart datum admiralty* Inggris

$$CD = S_0 - 1,1(M_2 + S_2)$$

$$CD = 91,7 - 1,1(53,7 + 31,6)$$

$$CD = -2,13 \text{ cm}$$

- *Chart datum* Pantai Timur Amerika

$$CD = S_0 - M_2$$

$$CD = 91,7 - 53,7$$

$$CD = 38 \text{ cm}$$

- *Chart datum* IHO

$$CD = S_0 - \sum_{i=1}^n A_i$$

$$CD = 91,7 - (53,7 + 31,6 + 7,5 + 10,4 + 2,7 + 1,5 + 2,2)$$

$$CD = -17,9 \text{ cm}$$

3. *Chart datum* komponen pasut dari pengamatan tidak langsung yang menggunakan metode *least square*.

- *Chart datum* MSL (*Mean Sea Level*)

$$CD = S_0$$

$$CD = 91,7 \text{ cm}$$

- *Chart datum admiralty* Inggris

$$CD = S_0 - 1,1(M_2 + S_2)$$

$$CD = 91,7 - 1,1(54,3 + 32,4)$$

$$CD = -3,67 \text{ cm}$$

- *Chart datum* Pantai Timur Amerika

$$CD = S_0 - M_2$$

$$CD = 91,7 - 54,3$$

$$CD = 37,4 \text{ cm}$$

- *Chart datum* IHO

$$CD = S_0 - \sum_{i=1}^n A_i$$

$$CD = 91,7 - (54,3 + 32,4 + 6,2 + 10,9 + 3,4 + 0,5 + 1,9)$$

$$CD = -17,9 \text{ cm}$$

4. *Chart datum* komponen pasut dari pengamatan langsung yang menggunakan metode *least square*.

- *Chart datum* MSL (*Mean Sea Level*)

$$CD = S_0$$

$$CD = 91,8 \text{ cm}$$

- *Chart datum admiralty* Inggris

$$CD = S_0 - 1,1(M_2 + S_2)$$

$$CD = 91,8 - 1,1(54 + 32)$$

$$CD = -2,8 \text{ cm}$$

- *Chart datum* Pantai Timur Amerika

$$CD = S_0 - M_2$$

$$CD = 91,8 - 54$$

$$CD = 37,8 \text{ cm}$$

- *Chart datum* IHO

$$CD = S_0 - \sum_{i=1}^n A_i$$

$$CD = 91,8 - (54 + 32 + 6,5 + 10,6 + 3,5 + 0,6 + 2,2)$$

$$CD = -17,6 \text{ cm}$$

Nilai dari model *chart datum* MSL (*Mean Sea Level*), *chart datum admiralty* Inggris, *chart datum* Pantai Timur Amerika dan *chart datum* IHO belum bisa dibandingkan dengan *chart datum* di perairan Sabang, karena penulis tidak mengetahui menurut model mana nilai *chart datum* perairan Sabang ditetapkan.

### Analisis Korelasi Antar Komponen Pasut

Berdasarkan matrik korelasi diperoleh analisis sebagai berikut:

1. Tingkat korelasi pada komponen  $M_2-N_2$  mempunyai nilai lebih besar yaitu 0,0024536414 dibandingkan dengan tingkat korelasi pada komponen  $S_2-N_2$  yaitu 0,0000416432. Perbedaan ini disebabkan konsep pengaruh gaya tarik bulan yang lebih besar dibandingkan pengaruh gaya tarik matahari berdasarkan hukum Newton. Dimana pengaruh jarak bumi ke bulan yang lebih dekat lebih besar pengaruhnya dibandingkan massa matahari yang lebih besar.
2. Tingkat korelasi antar komponen  $S_2- M_2$  mempunyai nilai lebih besar yaitu 0,0003370850 dibandingkan dengan tingkat

korelasi pada komponen  $S_2-N_2$  yaitu 0,0000416432. Perbedaan ini disebabkan korelasi antar komponen  $S_2- M_2$  yang terbentuk oleh gaya tarik matahari (*main solar*) pada komponen  $S_2$  dan gaya tarik bulan (*main lunar*) pada komponen  $M_2$ .

### Uji Statistik

Uji statistik digunakan untuk membuktikan hipotesis bahwa selisih antara data pengamatan langsung dan tidak langsung adalah 1,5 cm, dikarenakan toleransi kesalahan pada alat *automatic tide gauge* yang digunakan (OTT AWLR) adalah sebesar 1,5 cm. Uji statistik dilakukan pada *sample* data yang ditunjukkan pada Tabel 3.8 dengan taraf signifikansi sebesar 95 % ( $\alpha = 0,05$ ).

Tabel 6. *Sample Data* Pengamatan

| No | Tanggal    | Jam      | Data Pengamatan |                     | Selisih (cm) |
|----|------------|----------|-----------------|---------------------|--------------|
|    |            |          | Langsung (cm)   | Tidak Langsung (cm) |              |
| 1  | 20/07/2007 | 0:00:00  | 133             | 132,5               | 0,5          |
| 2  | 21/07/2007 | 1:00:00  | 125             | 125,0               | 0            |
| 3  | 22/07/2007 | 2:00:00  | 127             | 127,5               | 0,5          |
| 4  | 23/07/2007 | 3:00:00  | 105             | 105,0               | 0            |
| 5  | 24/07/2007 | 4:00:00  | 142             | 140,0               | 2            |
| 6  | 25/07/2007 | 5:00:00  | 128             | 127,5               | 0,5          |
| 7  | 26/07/2007 | 6:00:00  | 122             | 122,5               | 0,5          |
| 8  | 27/07/2007 | 7:00:00  | 120             | 120,0               | 0            |
| 9  | 28/07/2007 | 8:00:00  | 150             | 150,0               | 0            |
| 10 | 29/07/2007 | 9:00:00  | 155             | 155,0               | 0            |
| 11 | 30/07/2007 | 10:00:00 | 176             | 176,0               | 0            |
| 12 | 31/07/2007 | 11:00:00 | 230             | 230,0               | 0            |
| 13 | 01/08/2007 | 12:00:00 | 200             | 200,0               | 0            |
| 14 | 02/08/2007 | 13:00:00 | 188             | 187,5               | 0,5          |
| 15 | 03/08/2007 | 14:00:00 | 175             | 175,0               | 0            |
| 16 | 04/08/2007 | 15:00:00 | 136             | 137,5               | 1,5          |
| 17 | 05/08/2007 | 16:00:00 | 88              | 87,5                | 0,5          |
| 18 | 06/08/2007 | 17:00:00 | 103             | 103,0               | 0            |
| 19 | 07/08/2007 | 18:00:00 | 104             | 107,5               | 3,5          |
| 20 | 08/08/2007 | 19:00:00 | 106             | 105,9               | 0,1          |

|                 |            |          |         |         |       |
|-----------------|------------|----------|---------|---------|-------|
| 21              | 09/08/2007 | 20:00:00 | 128     | 128,1   | 0,1   |
| 22              | 10/08/2007 | 21:00:00 | 133     | 132,5   | 0,5   |
| 23              | 11/08/2007 | 22:00:00 | 140     | 139,6   | 0,4   |
| 24              | 12/08/2007 | 23:00:00 | 127     | 127,5   | 0,5   |
| Jumlah          |            |          | 3341    | 3342,6  | 11,6  |
| Rata-Rata       |            |          | 139,208 | 139,275 | 0,483 |
| Standar Deviasi |            |          | 33,8012 | 33,6345 | 0,809 |

Hasil perhitungan dari persamaan menunjukkan bahwa nilai dari  $t$  hitung adalah sebesar -6,152. Ini berarti nilai  $t$  hitung yang diperoleh lebih kecil dari  $-t$  tabel dengan nilai derajat kebebasan 23 sebesar -2,069. Berarti penelitian ini menolak hipotesis bahwa selisih antara data pengamatan langsung dan tidak langsung adalah 1,5 cm, dan menerima hipotesis bahwa selisih antara data pengamatan langsung dan tidak langsung lebih kecil dari 1,5 cm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada nilai toleransi kesalahan alat sebesar 1,5 cm, data pengamatan tidak langsung mempunyai kualitas yang sama dengan data pengamatan langsung.

## KESIMPULAN

1. Hasil uji statistik menolak hipotesis bahwa selisih antara data pengamatan langsung dan tidak langsung adalah 1,5 cm, dan menerima hipotesis bahwa selisih antara data pengamatan langsung dan tidak langsung lebih kecil dari 1,5 cm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada nilai toleransi kesalahan alat sebesar 1,5 cm, data pengamatan tidak langsung mempunyai kualitas yang sama dengan data pengamatan langsung, dengan nilai  $t$  hitung sebesar -6,152.
2. Faktor-faktor penyebab terjadinya perbedaan antara data pengamatan langsung dan tidak langsung yaitu: [1] Faktor alam, dikarenakan kondisi lokasi yang gelap sehingga pembacaan palem pada pengamatan secara langsung kurang begitu jelas; [2] Faktor alat, disebabkan oleh perputaran kertas pada *automatic tide*

*gauge* tidak tetap sehingga waktu yang ditunjukkan oleh angka-angka pada kertas tidak sesuai dengan waktu yang sebenarnya dan ketebalan pena pada *automatic tide gauge*; [3] Faktor manusia, dikarenakan interpolasi data grafik ke data tabular yang kurang teliti.

3. Nilai *chart datum* perairan Sabang dari data pengamatan tidak langsung menggunakan metode *admiralty* untuk model *chart datum* MSL (*Mean Sea Level*) sebesar 91,6, untuk model *chart datum admiralty* Inggris -3, untuk model *chart datum* Pantai Timur Amerika 37,6, untuk model *chart datum* IHO -17,9. Nilai *chart datum* perairan Sabang dari data pengamatan langsung menggunakan metode *admiralty* untuk model *chart datum* MSL (*Mean Sea Level*) sebesar 91,7, untuk model *chart datum admiralty* Inggris sebesar -2,13 untuk model *chart datum* Pantai Timur Amerika sebesar 38, untuk model *chart datum* IHO sebesar -17,9. Nilai *chart datum* perairan Sabang dari data pengamatan tidak langsung menggunakan metode *least square* untuk model *chart datum* MSL (*Mean Sea Level*) sebesar 91,7, untuk model *chart datum admiralty* Inggris sebesar -3,67, untuk model *chart datum* Pantai Timur Amerika sebesar 37,4, untuk model *chart datum* IHO sebesar -17,9. Nilai *chart datum* perairan Sabang dari data pengamatan langsung menggunakan metode *least square* untuk model *chart datum* MSL (*Mean Sea Level*) sebesar 91,8, untuk model *chart datum admiralty* Inggris sebesar -2,8, untuk model *chart datum* Pantai Timur Amerika sebesar 37,8, untuk model *chart datum* IHO sebesar -17,6.
4. Koefisien korelasi antar komponen pasut terbesar adalah korelasi antara komponen  $K_I-O_I$  dengan nilai sebesar 0,005118 untuk data dari pengamatan langsung dan tidak langsung, sedangkan koefisien korelasi terkecil adalah korelasi antara komponen  $K_I-MS_4$  sebesar -0,000002 untuk data dari pengamatan langsung dan tidak langsung.

## SARAN

1. Untuk mendapatkan tingkat kepercayaan yang lebih bagus, hendaknya taraf signifikansi dinaikkan menjadi 2 %.
2. Perlunya diadakan koreksi atau kalibrasi secara berkala pada alat *automatic tide gauge* agar selisih data yang dihasilkan tidak terlalu besar.
3. Penggunaan model *chart datum* harus disesuaikan dengan aplikasi pekerjaan yang akan dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Mihardja, D.K. dan Hadi, S. 1994. *Pasang Surut Laut*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Anonim. 2007. *Koefisien Korelasi*. <http://www.nalistat.com>.
- Anonim. 2007. *Map of Sabang*. <http://www.googleearth.com>.
- Dahuri, R. 1996. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir Dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Hou Tianhang dan Vanicek, P. *Towards a Real-time Tidal Analysis and Prediction*. Canada: Department of Surveying Engineering University of New Brunswick.
- ICSM. 2007. *Floating Tide Gauge*. <http://www.icsm.gov.au>.
- International Hydrographic Organization (IHO). 2006. *Special Publication Number 51 (SP-51)*, Monaco.
- Ongkosongo, O.S.R., dan Suyarso. 1989. *Pasang-Surut*. Jakarta: LIPI, Pusat Pengembangan Oseanologi.
- Poerbandono. 1999. *Hidrografi Dasar*. Bandung: Jurusan Teknik Geodesi - ITB.
- Vanicek, P. dan Krakiwsky, E.J. 1986. *Geodesy, The Concepts*. North Holland.
- Walpole, E, R. 1995. *Ilmu Peluang Dan Statistik Untuk Insinyur dan Ilmuwan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.



LAMPIRAN

1. Data Pasut Pengamatan Langsung

BULAN JULI-AGUSTUS 2007

DATA PASUT PENGAMATAN LANGSUNG

| Jam<br>Tgl. | 0,00  | 1,00  | 2,00  | 3,00  | 4,00  | 5,00  | 6,00  | 7,00  | 8,00  | 9,00  | 10,00 | 11,00 | 12,00 | 13,00 | 14,00 | 15,00 | 16,00 | 17,00 | 18,00 | 19,00 | 20,00 | 21,00 | 22,00 | 23,00 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 20          | 133,0 | 157,0 | 180,0 | 172,0 | 143,0 | 125,0 | 100,0 | 80,0  | 70,0  | 80,0  | 94,0  | 115,0 | 146,0 | 157,0 | 164,0 | 172,0 | 150,0 | 120,0 | 85,0  | 63,0  | 44,0  | 43,0  | 55,0  | 80,0  |
| 21          | 105,0 | 125,0 | 141,0 | 155,0 | 145,0 | 123,0 | 105,0 | 96,0  | 70,0  | 66,0  | 80,0  | 92,0  | 110,0 | 125,0 | 135,0 | 140,0 | 128,0 | 105,0 | 85,0  | 75,0  | 42,0  | 30,0  | 49,0  | 67,0  |
| 22          | 90,0  | 105,0 | 127,0 | 136,0 | 120,0 | 115,0 | 85,0  | 75,0  | 65,0  | 60,0  | 65,0  | 73,0  | 80,0  | 86,0  | 98,0  | 103,0 | 105,0 | 90,0  | 72,0  | 55,0  | 50,0  | 45,0  | 41,0  | 49,0  |
| 23          | 58,0  | 75,0  | 90,0  | 105,0 | 115,0 | 106,0 | 94,0  | 80,0  | 60,0  | 56,0  | 90,0  | 96,0  | 110,0 | 115,0 | 120,0 | 122,0 | 112,0 | 100,0 | 93,0  | 80,0  | 75,0  | 73,0  | 70,0  | 70,0  |
| 24          | 82,0  | 92,0  | 103,0 | 122,0 | 142,0 | 143,0 | 133,0 | 126,0 | 105,0 | 95,0  | 96,0  | 85,0  | 74,0  | 83,0  | 88,0  | 96,0  | 101,0 | 108,0 | 105,0 | 100,0 | 95,0  | 85,0  | 76,0  | 75,0  |
| 25          | 75,0  | 80,0  | 85,0  | 96,0  | 113,0 | 128,0 | 136,0 | 135,0 | 127,0 | 110,0 | 95,0  | 82,0  | 72,0  | 70,0  | 68,0  | 71,0  | 75,0  | 77,0  | 87,0  | 95,0  | 100,0 | 95,0  | 88,0  | 75,0  |
| 26          | 73,0  | 67,0  | 73,0  | 77,0  | 90,0  | 108,0 | 122,0 | 133,0 | 134,0 | 130,0 | 118,0 | 98,0  | 73,0  | 68,0  | 60,0  | 56,0  | 63,0  | 63,0  | 90,0  | 105,0 | 116,0 | 117,0 | 115,0 | 100,0 |
| 27          | 88,0  | 72,0  | 67,0  | 68,0  | 72,0  | 80,0  | 100,0 | 120,0 | 145,0 | 152,0 | 153,0 | 143,0 | 115,0 | 78,0  | 73,0  | 45,0  | 35,0  | 38,0  | 60,0  | 72,0  | 115,0 | 120,0 | 118,0 | 100,0 |
| 28          | 70,0  | 58,0  | 41,0  | 34,0  | 43,0  | 65,0  | 72,0  | 116,0 | 150,0 | 160,0 | 153,0 | 125,0 | 87,0  | 73,0  | 33,0  | 15,0  | 10,0  | 15,0  | 47,0  | 72,0  | 110,0 | 125,0 | 130,0 | 113,0 |
| 29          | 72,0  | 58,0  | 37,0  | 25,0  | 25,0  | 35,0  | 73,0  | 105,0 | 130,0 | 155,0 | 170,0 | 155,0 | 130,0 | 72,0  | 62,0  | 13,0  | 2,0   | 3,0   | 5,0   | 35,0  | 73,0  | 105,0 | 137,0 | 156,0 |
| 30          | 113,0 | 73,0  | 52,0  | 20,0  | 5,0   | 18,0  | 39,0  | 70,0  | 92,0  | 139,0 | 176,0 | 205,0 | 214,0 | 165,0 | 95,0  | 70,0  | 48,0  | 32,0  | 53,0  | 78,0  | 122,0 | 165,0 | 195,0 | 210,0 |
| 31          | 207,0 | 188,0 | 132,0 | 90,0  | 57,0  | 33,0  | 57,0  | 92,0  | 143,0 | 175,0 | 225,0 | 230,0 | 220,0 | 187,0 | 145,0 | 97,0  | 45,0  | 22,0  | 10,0  | 30,0  | 55,0  | 113,0 | 160,0 | 190,0 |
| 1           | 194,0 | 158,0 | 134,0 | 90,0  | 56,0  | 35,0  | 20,0  | 30,0  | 83,0  | 132,0 | 180,0 | 198,0 | 200,0 | 195,0 | 187,0 | 148,0 | 120,0 | 80,0  | 45,0  | 20,0  | 62,0  | 125,0 | 150,0 | 190,0 |
| 2           | 192,0 | 175,0 | 143,0 | 100,0 | 61,0  | 38,0  | 23,0  | 27,0  | 49,0  | 112,0 | 162,0 | 190,0 | 192,0 | 188,0 | 162,0 | 113,0 | 64,0  | 38,0  | 8,0   | 3,0   | 8,0   | 10,0  | 88,0  | 125,0 |
| 3           | 175,0 | 185,0 | 175,0 | 135,0 | 100,0 | 60,0  | 36,0  | 20,0  | 25,0  | 50,0  | 86,0  | 125,0 | 180,0 | 180,0 | 175,0 | 150,0 | 113,0 | 75,0  | 25,0  | 4,0   | 13,0  | 50,0  | 85,0  | 136,0 |
| 4           | 175,0 | 178,0 | 175,0 | 135,0 | 100,0 | 60,0  | 37,0  | 30,0  | 38,0  | 61,0  | 100,0 | 150,0 | 173,0 | 170,0 | 165,0 | 136,0 | 85,0  | 50,0  | 25,0  | 6,0   | 6,0   | 36,0  | 75,0  | 125,0 |
| 5           | 150,0 | 162,0 | 150,0 | 125,0 | 88,0  | 62,0  | 37,0  | 20,0  | 20,0  | 35,0  | 50,0  | 88,0  | 113,0 | 130,0 | 130,0 | 110,0 | 88,0  | 62,0  | 33,0  | 26,0  | 28,0  | 33,0  | 42,0  | 64,0  |
| 6           | 95,0  | 110,0 | 125,0 | 120,0 | 52,0  | 46,0  | 42,0  | 46,0  | 60,0  | 83,0  | 95,0  | 117,0 | 122,0 | 126,0 | 130,0 | 122,0 | 114,0 | 103,0 | 95,0  | 63,0  | 58,0  | 53,0  | 55,0  | 80,0  |
| 7           | 113,0 | 123,0 | 134,0 | 138,0 | 127,0 | 120,0 | 115,0 | 105,0 | 95,0  | 81,0  | 66,0  | 70,0  | 83,0  | 95,0  | 117,0 | 124,0 | 125,0 | 120,0 | 104,0 | 95,0  | 83,0  | 70,0  | 56,0  | 53,0  |
| 8           | 70,0  | 83,0  | 96,0  | 105,0 | 115,0 | 130,0 | 125,0 | 116,0 | 108,0 | 78,0  | 60,0  | 57,0  | 54,0  | 55,0  | 62,0  | 68,0  | 76,0  | 88,0  | 98,0  | 106,0 | 101,0 | 95,0  | 85,0  | 67,0  |
| 9           | 62,0  | 61,0  | 63,0  | 68,0  | 74,0  | 92,0  | 108,0 | 120,0 | 131,0 | 130,0 | 120,0 | 84,0  | 45,0  | 42,0  | 50,0  | 64,0  | 83,0  | 95,0  | 112,0 | 120,0 | 128,0 | 133,0 | 131,0 | 108,0 |
| 10          | 83,0  | 70,0  | 60,0  | 57,0  | 60,0  | 67,0  | 120,0 | 145,0 | 160,0 | 165,0 | 162,0 | 133,0 | 108,0 | 58,0  | 32,0  | 20,0  | 20,0  | 45,0  | 70,0  | 95,0  | 120,0 | 133,0 | 128,0 | 107,0 |
| 11          | 70,0  | 45,0  | 38,0  | 37,0  | 45,0  | 70,0  | 108,0 | 120,0 | 156,0 | 168,0 | 166,0 | 153,0 | 120,0 | 60,0  | 35,0  | 22,0  | 14,0  | 35,0  | 45,0  | 83,0  | 107,0 | 120,0 | 140,0 | 120,0 |
| 12          | 95,0  | 70,0  | 33,0  | 22,0  | 23,0  | 32,0  | 57,0  | 95,0  | 132,0 | 172,0 | 185,0 | 160,0 | 145,0 | 95,0  | 70,0  | 51,0  | 19,0  | 9,0   | 35,0  | 52,0  | 70,0  | 95,0  | 120,0 | 127,0 |
| 13          | 120,0 | 82,0  | 58,0  | 33,0  | 24,0  | 35,0  | 45,0  | 58,0  | 83,0  | 120,0 | 145,0 | 150,0 | 133,0 | 107,0 | 70,0  | 40,0  | 10,0  | 5,0   | 48,0  | 67,0  | 100,0 | 138,0 | 162,0 | 177,0 |
| 14          | 162,0 | 138,0 | 87,0  | 62,0  | 40,0  | 40,0  | 63,0  | 88,0  | 125,0 | 160,0 | 187,0 | 193,0 | 175,0 | 150,0 | 112,0 | 75,0  | 25,0  | 12,0  | 5,0   | 38,0  | 50,0  | 100,0 | 125,0 | 162,0 |
| 15          | 173,0 | 150,0 | 125,0 | 88,0  | 62,0  | 37,0  | 32,0  | 50,0  | 75,0  | 100,0 | 150,0 | 175,0 | 188,0 | 150,0 | 100,0 | 62,0  | 25,0  | 6,0   | 2,0   | 12,0  | 50,0  | 88,0  | 125,0 | 150,0 |
| 16          | 155,0 | 125,0 | 100,0 | 63,0  | 25,0  | 13,0  | 3,0   | 25,0  | 50,0  | 75,0  | 113,0 | 137,0 | 155,0 | 137,0 | 112,0 | 62,0  | 25,0  | 10,0  | 5,0   | 2,0   | 10,0  | 35,0  | 62,0  | 95,0  |
| 17          | 125,0 | 135,0 | 110,0 | 87,0  | 60,0  | 35,0  | 11,0  | 2,0   | 11,0  | 36,0  | 60,0  | 100,0 | 125,0 | 135,0 | 100,0 | 62,0  | 25,0  | 11,0  | 6,0   | 3,0   | 11,0  | 25,0  | 62,0  | 85,0  |

2. Data Pasut Pengamatan Tidak Langsung

BULAN JULI-AGUSTUS 2007

DATA PASUT PENGAMATAN LANGSUNG

| Jam<br>Tgl. | 0,00  | 1,00  | 2,00  | 3,00  | 4,00  | 5,00  | 6,00  | 7,00  | 8,00  | 9,00  | 10,00 | 11,00 | 12,00 | 13,00 | 14,00 | 15,00 | 16,00 | 17,00 | 18,00 | 19,00 | 20,00 | 21,00 | 22,00 | 23,00 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 20          | 133,0 | 157,0 | 180,0 | 172,0 | 143,0 | 125,0 | 100,0 | 80,0  | 70,0  | 80,0  | 94,0  | 115,0 | 146,0 | 157,0 | 164,0 | 172,0 | 150,0 | 120,0 | 85,0  | 63,0  | 44,0  | 43,0  | 55,0  | 80,0  |
| 21          | 105,0 | 125,0 | 141,0 | 155,0 | 145,0 | 123,0 | 105,0 | 96,0  | 70,0  | 66,0  | 80,0  | 92,0  | 110,0 | 125,0 | 135,0 | 140,0 | 128,0 | 105,0 | 85,0  | 75,0  | 42,0  | 30,0  | 49,0  | 67,0  |
| 22          | 90,0  | 105,0 | 127,0 | 136,0 | 120,0 | 115,0 | 85,0  | 75,0  | 65,0  | 60,0  | 65,0  | 73,0  | 80,0  | 86,0  | 98,0  | 103,0 | 105,0 | 90,0  | 72,0  | 55,0  | 50,0  | 45,0  | 41,0  | 49,0  |
| 23          | 58,0  | 75,0  | 90,0  | 105,0 | 115,0 | 106,0 | 94,0  | 80,0  | 60,0  | 56,0  | 90,0  | 96,0  | 110,0 | 115,0 | 120,0 | 122,0 | 112,0 | 100,0 | 93,0  | 80,0  | 75,0  | 73,0  | 70,0  | 70,0  |
| 24          | 82,0  | 92,0  | 103,0 | 122,0 | 142,0 | 143,0 | 133,0 | 126,0 | 105,0 | 95,0  | 96,0  | 85,0  | 74,0  | 83,0  | 88,0  | 96,0  | 101,0 | 108,0 | 105,0 | 100,0 | 95,0  | 85,0  | 76,0  | 75,0  |
| 25          | 75,0  | 80,0  | 85,0  | 96,0  | 113,0 | 128,0 | 136,0 | 135,0 | 127,0 | 110,0 | 95,0  | 82,0  | 72,0  | 70,0  | 68,0  | 71,0  | 75,0  | 77,0  | 87,0  | 95,0  | 100,0 | 95,0  | 88,0  | 75,0  |
| 26          | 73,0  | 67,0  | 73,0  | 77,0  | 90,0  | 108,0 | 122,0 | 133,0 | 134,0 | 130,0 | 118,0 | 98,0  | 73,0  | 68,0  | 60,0  | 56,0  | 63,0  | 63,0  | 90,0  | 105,0 | 116,0 | 117,0 | 115,0 | 100,0 |
| 27          | 88,0  | 72,0  | 67,0  | 68,0  | 72,0  | 80,0  | 100,0 | 120,0 | 145,0 | 152,0 | 153,0 | 143,0 | 115,0 | 78,0  | 73,0  | 45,0  | 35,0  | 38,0  | 60,0  | 72,0  | 115,0 | 120,0 | 118,0 | 100,0 |
| 28          | 70,0  | 58,0  | 41,0  | 34,0  | 43,0  | 65,0  | 72,0  | 116,0 | 150,0 | 160,0 | 153,0 | 125,0 | 87,0  | 73,0  | 33,0  | 15,0  | 10,0  | 15,0  | 47,0  | 72,0  | 110,0 | 125,0 | 130,0 | 113,0 |
| 29          | 72,0  | 58,0  | 37,0  | 25,0  | 25,0  | 35,0  | 73,0  | 105,0 | 130,0 | 155,0 | 170,0 | 155,0 | 130,0 | 72,0  | 62,0  | 13,0  | 2,0   | 3,0   | 5,0   | 35,0  | 73,0  | 105,0 | 137,0 | 156,0 |
| 30          | 113,0 | 73,0  | 52,0  | 20,0  | 5,0   | 18,0  | 39,0  | 70,0  | 92,0  | 139,0 | 176,0 | 205,0 | 214,0 | 165,0 | 95,0  | 70,0  | 48,0  | 32,0  | 53,0  | 78,0  | 122,0 | 165,0 | 195,0 | 210,0 |
| 31          | 207,0 | 188,0 | 132,0 | 90,0  | 57,0  | 33,0  | 57,0  | 92,0  | 143,0 | 175,0 | 225,0 | 230,0 | 220,0 | 187,0 | 145,0 | 97,0  | 45,0  | 22,0  | 10,0  | 30,0  | 55,0  | 113,0 | 160,0 | 190,0 |
| 1           | 194,0 | 158,0 | 134,0 | 90,0  | 56,0  | 35,0  | 20,0  | 30,0  | 83,0  | 132,0 | 180,0 | 198,0 | 200,0 | 195,0 | 187,0 | 148,0 | 120,0 | 80,0  | 45,0  | 20,0  | 62,0  | 125,0 | 150,0 | 190,0 |
| 2           | 192,0 | 175,0 | 143,0 | 100,0 | 61,0  | 38,0  | 23,0  | 27,0  | 49,0  | 112,0 | 162,0 | 190,0 | 192,0 | 188,0 | 162,0 | 113,0 | 64,0  | 38,0  | 8,0   | 3,0   | 8,0   | 10,0  | 88,0  | 125,0 |
| 3           | 175,0 | 185,0 | 175,0 | 135,0 | 100,0 | 60,0  | 36,0  | 20,0  | 25,0  | 50,0  | 86,0  | 125,0 | 180,0 | 180,0 | 175,0 | 150,0 | 113,0 | 75,0  | 25,0  | 4,0   | 13,0  | 50,0  | 85,0  | 136,0 |
| 4           | 175,0 | 178,0 | 175,0 | 135,0 | 100,0 | 60,0  | 37,0  | 30,0  | 38,0  | 61,0  | 100,0 | 150,0 | 173,0 | 170,0 | 165,0 | 136,0 | 85,0  | 50,0  | 25,0  | 6,0   | 6,0   | 36,0  | 75,0  | 125,0 |
| 5           | 150,0 | 162,0 | 150,0 | 125,0 | 88,0  | 62,0  | 37,0  | 20,0  | 20,0  | 35,0  | 50,0  | 88,0  | 113,0 | 130,0 | 130,0 | 110,0 | 88,0  | 62,0  | 33,0  | 26,0  | 28,0  | 33,0  | 42,0  | 64,0  |
| 6           | 95,0  | 110,0 | 125,0 | 120,0 | 52,0  | 46,0  | 42,0  | 46,0  | 60,0  | 83,0  | 95,0  | 117,0 | 122,0 | 126,0 | 130,0 | 122,0 | 114,0 | 103,0 | 95,0  | 63,0  | 58,0  | 53,0  | 55,0  | 80,0  |
| 7           | 113,0 | 123,0 | 134,0 | 138,0 | 127,0 | 120,0 | 115,0 | 105,0 | 95,0  | 81,0  | 66,0  | 70,0  | 83,0  | 95,0  | 117,0 | 124,0 | 125,0 | 120,0 | 104,0 | 95,0  | 83,0  | 70,0  | 56,0  | 53,0  |