

ESTIMASI KEDALAMAN PERAIRAN DANGKAL MENGGUNAKAN DATA

CITRA SATELIT LANDSAT-8

**(STUDI KASUS: PERAIRAN DANGKAL KECAMATAN DRINGU, KABUPATEN
PROBOLINGGO)**

SKRIPSI

Oleh:

HENDRI MEI HARIS

NIM. 105080601111006



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2017



**ESTIMASI KEDALAMAN PERAIRAN DANGKAL MENGGUNAKAN DATA
CITRA SATELIT LANDSAT-8**

**(STUDI KASUS: PERAIRAN DANGKAL KECAMATAN DRINGU, KABUPATEN
PROBOLINGGO)**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Kelautan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan**

Universitas Brawijaya

Oleh:

HENDRI MEI HARIS

NIM. 105080601111006



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN

JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

JULI, 2017

SKRIPSI

**ESTIMASI KEDALAMAN PERAIRAN DANGKAL MENGGUNAKAN DATA
CITRA SATELIT LANDSAT-8 (STUDI KASUS: PERAIRAN DANGKAL
KECAMATAN DRINGU, KABUPATEN PROBOLINGGO)**

Oleh:

HENDRI MEI HARIS

NIM. 105080601111006

**telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 24 Juli 2017
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing I**



(Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D)

NIP. 19621220 198803 1 004

Tanggal : 10 AUG 2017

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing II**



(M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc)

NIP. 19801005 200501 1 002

Tanggal : 10 AUG 2017



**Mengetahui,
Ketua Jurusan**

(Dr. Ir. Daduk Setyohadi, MP)

NIP. 19630608 198703 1 003

Tanggal : 10 AUG 2017



IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : ESTIMASI KEDALAMAN PERAIRAN DANGKAL
MENGUNAKAN DATA CITRA SATELIT LANDSAT-8
(STUDI KASUS: PERAIRAN DANGKAL KECAMATAN
DRINGU, KABUPATEN PROBOLINGGO)

Nama : HENDRI MEI HARIS

NIM : 105080601111006

Program Studi : Ilmu Kelautan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Ir. BAMBANG SEMEDI, M.Sc, Ph.D

Pembimbing 2 : M. ARIF ZAINUL FUAD, S.Kel, M.Sc

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING:

Dosen Penguji 1 : FENI IRANAWATI, S.Pi, M.Si, Ph.D

Dosen Penguji 2 : RARASRUM DYAH K, S.Kel, M.Sc

Tanggal Ujian : 24 Juli 2017

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini menyatakan bahwa dalam Usulan Skripsi yang saya tulis ini benar merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali tertulis dalam naskah ini disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan usulan skripsi ini hasil jiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 20 Juli 2017

Penulis,

Hendri Mei Haris

NIM. 105080601111006



UCAPAN TERIMAKASIH

Puji Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunai-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Estimasi Kedalaman Perairan Dangkal Menggunakan Data Citra Satelit Landsat-

8 (Studi Kasus: Perairan Dangkal Dringu, robolinggo)”. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak dan Ibu tercinta (Sugiono, S. Pd. Dan Ria Lukitaningsih, S. Pd). Semua saudara serta semua kerabat keluarga atas segala pengorbanan dan kasih sayang yang tidak terhingga.
2. Bapak Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D dan Bapak M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc sebagai dosen pembimbing atas waktu, kesabaran, tenaga, nasehat dan pikirannya dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini.
3. Feni Iranawati, S.Pi, M.Si, Ph.D dan Rarasrum Dyah K, S.Kel, M.Sc Sebagai dosen penguji yang telah banyak memberikan kritik dan saran sehingga bias terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
4. Affan, Sandi, Yunus, Dian, Wikan, Ardy, Heru Yarussalem, Hardik, Pulung, dan Fikri, teman- teman angkatan 2010, kakak-kakak tingkat, Yosie, Aden, dan adik-adik tingkat Ilmu Kelautan. Sukses selalu dan terima kasih untuk dukungan, bantuan dan semangat yang diberikan.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis masih sangat mengharapkan kritik dan saran agar laporan ini dapat terselesaikan dengan baik dan benar.

Malang, 18 Juli 2017

Penulis,

RINGKASAN

HENDRI MEI HARIS. Estimasi Kedalaman Perairan Dangkal Menggunakan Data Citra Satelit Landsat-8 (Studi Kasus: Perairan Dangkal Dringu, robolinggo). (dibawah bimbingan Ir. Bambang Semedi, M.Sc, Ph.D dan M. Arif Zainul Fuad, S.Kel, M.Sc).

Batimetri merupakan ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi lantai serta dua dimensi lantai samudra atau danau. Mengingat ekosistem perairan dangkal sangat luas maka kegiatan pemetaan dengan metode ini akan membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang sangat tinggi pula. Oleh karena itu sekarang telah dikembangkan teknologi pengukuran batimetri dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh yang dinilai lebih mudah diaplikasikan serta terlihat keunggulannya. Ditinjau dari letaknya, Kecamatan Dringu merupakan daerah pesisir yang sangat strategis, karena merupakan daerah dengan jalur lau-lintas kapal yang sangat padat. Selain untuk jalur kegiatan penangkapan dan pendaratan ikan oleh nelayan, daerah ini juga merupakan akses untuk kegiatan transportasi laut penduduk Pulau Gili Ketapang. Karena perairan Kecamatan Dingu berada pada kawasan pantai utara Jawa yang merupakan perairan dengan substrat lumpur, sangat memungkinkan untuk terjadinya proses perubahan batimetri pada perairannya yang berupa pendangkalan perairan atau malah pendalaman perairan. Ditinjau dari hal tersebut sangat disarankan untuk melakukan penelitian tentang batimetri pada perairan dringu secara berkala dan berkelanjutan.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Van Hengel dan Spitzer (1991), yakni metode yang digunakan untuk memperoleh nilai Kedalaman air relatif pada data citra satelit Landsat-8 dan pada data sekunder yang merupakan data lapang dilakukan proses koreksi dengan data pasut agar didapatkan data kedalaman air relative. Selanjutnya adalah melakukan regresi logaritmik untuk mendapatkan data kedalaman air absolut. Pada data kedalaman absolute dilakukan regresi linear untuk mengetahui tingkat keeratan dari kedua data.

Berdasarkan dari pengolahan data lapang dan data citra menunjukkan bahwa pada pada perairan Kecamatan Dringu didapatkan nilai kedalaman yang ditunjukkan dari data lapang antara 8 sampai 22 meter, dan data citra antara 13 sampai 21,5 meter. Hasil dari regresi linear didapatkan hasil $R^2 = 0.6175$, menunjukkan bahwa nilai variabel data kedalaman citra satelit Landsat-8 cukup mampu dalam menjelaskan variabel data kedalaman lapang sebesar 0,61 (61%). Dari nilai *Multiple R* = 0,78 menunjukkan bahwa data kedalaman lapang dan data kedalaman dari citra satelit Landsat-8 memiliki hubungan yang kuat, sedangkan untuk nilai *Standart Error* sebesar 2,1. Nilai error yang cukup besar sangat dipengaruhi oleh faktor alam pada lokasi penelitian yang memiliki kandungan sedimentasi yang cukup tinggi, sehingga mempengaruhi proses perekaman data dari satelit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul “Estimasi Kedalaman Perairan Dangkal Menggunakan Data Citra Satelit Landsat-8 (Studi Kasus: Perairan Dangkal Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo)” sebagai salah satu syarat penyelesaian studi tingkat Sarjana pada Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Laporan ini membahas materi yang terkait dengan pemetaan batimetri serta software-software yang digunakan untuk proses analisis.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 20 Juli 2017

Penulis,

Hendri Mei Haris

NIM. 105080601111006

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
IDENTITAS TIM PENGUJI.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
RINGKASAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Waktu dan Tempat.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Definisi Batimetri.....	5
2.2 Pengertian Echosounder.....	6
2.3 Penginderaan Jauh.....	7
2.4 Citra Satelit Landsat-8.....	9
2.5 Pasang Surut.....	11
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	14
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	15
3.2.1 Alat-alat Penelitian.....	15
3.2.2 Bahan-bahan Penelitian.....	16
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	17
3.4 Perolehan Data.....	19
3.4.1 Data Lapang.....	20
3.4.2 Data Pasang Surut.....	20
3.4.3 Data Citra Satelit.....	21



3.5 Pengolahan Data.....	21
3.5.1 Pengolahan Data Pasang Surut.....	21
3.5.2 Proses Pengolahan Data Lapang.....	21
3.5.3 Proses Pengolahan Data Citra Satelit Dengan Penerapan Algoritma.....	22
3.5 Cross Section.....	25
3.6. Perbandingan Data Citra Satelit Landsat-8 dan Data Lapang.....	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Hasil Penelitian.....	27
4.1.2 Deskripsi umum lingkungan penelitian.....	27
4.2 Data Hasil Batimetri Lapang.....	28
4.2.1 Peta Batimetri Dua Dimensi.....	28
4.2.2 Peta Batimetri Tiga Dimensi.....	29
4.3 Data Hasil Batimetri Citra Satelit Landsat-8.....	31
4.3.1 Peta Batimetri Dua Dimensi.....	31
4.3.2 Peta Batimetri Tiga Dimensi.....	32
4.4 Perbedaan Peta Dua Dimensi Lapang dan Dua Dimensi Data Citra.....	33
4.5 Perbedaan Peta Tiga Dimensi Lapang dan Dua Dimensi Data Citra.....	34
4.6 <i>Cross Section</i> Kedalaman Data Lapang dan Data Citra.....	34
4.7 <i>Cross Section</i>	36
4.7.1 <i>Cross Section</i> Data Lapang dan Data Citra Jalur 1.....	36
4.7.2 <i>Cross Section</i> Data Lapang dan Data Citra Jalur 2.....	37
4.7.3 <i>Cross Section</i> Data Lapang dan Data Citra Jalur 3.....	38
4.7.4 <i>Cross Section</i> Data Lapang dan Data Citra Jalur 4.....	40
4.7.5 <i>Cross Section</i> Data Lapang dan Data Citra Jalur 5.....	41
4.7.6 <i>Cross Section</i> Data Lapang dan Data Citra Jalur 6.....	42
4.7.7 <i>Cross Section</i> Data Lapang dan Data Citra Jalur 7.....	44
4.7.8 <i>Cross Section</i> Data Lapang dan Data Citra Jalur 8.....	45
4.8 Analisa Statistik Secara Keseluruhan.....	46
4.9 Hasil Analisis.....	50
BAB 5. PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
DAFTAR LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Parameter-Parameter Orbit Satelit LDCM (LANDSAT-8).....	11
Tabel 2. Alat-alat Penelitian.....	15
Tabel 3. Data Citra.....	17
Tabel 4. Data Lapang.....	17



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bentuk Kontur Batimetri	6
Gambar 2. Mekanisme Penggunaan <i>Echosounder</i>	7
Gambar 3. Cara Kerja Satelit Landsat-8	9
Gambar 4. Satelit Landsat-8	10
Gambar 5. Penyebab Terjadinya Pasang Surut	12
Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian	14
Gambar 7. Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 8. Peta Sebaran Titik Pengambilan Data Sounding	22
Gambar 9. Peta Batimetri Dua Dimensi Data Lapang	29
Gambar 10. Peta 3D Data Lapang	30
Gambar 11. Peta Batimetri Dua Dimensi Citra Satelit	32
Gambar 12. Peta 3D Data Citra Satelit Landsat-8	33
Gambar 13. Peta Sebaran Jalur <i>Cross Section</i>	35
Gambar 14. Cross Section Data Lapang Jalur 1	36
Gambar 15. Cross Section Data Citra Jalur 1	37
Gambar 16. Cross Section Data Lapang Jalur 2	37
Gambar 17. Cross Section Data Citra Jalur 2	38
Gambar 18. Cross Section Data Lapang Jalur 3	39
Gambar 19. Cross Section Data Citra Jalur 3	39
Gambar 20, Cross Section Data Lapang Jalur 4	40
Gambar 21. Cross Section Data Citra Jalur 4	41
Gambar 22. Cross Section Data Lapang Jalur 5	41
Gambar 23. Cross Section Data Citra Jalur 5	42
Gambar 24. Cross Section Data Lapang Jalur 6	43
Gambar 25. Cross Section Data Citra Jalur 6	43
Gambar 26. Cross Section Data Lapang Jalur 7	44
Gambar 27. Cross Section Data Citra Jalur 7	45
Gambar 28. Cross Section Data Lapang Jalur 8	45
Gambar 29. Cross Section Data Citra Jalur 8	46
Gambar 30. Peta Persebaran Titik Sampel Dan Jalur	47
Gambar 31. Grafik Regresi	49
Gambar 32. Grafik Residual	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Sounding dan Pasut	57
Lampiran 2. Data Pasang Surut	62
Lampiran 3. Grafik Regresi Logaritmik	63
Lampiran 4. Tabel hasil pengolahan Regresi	64



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batimetri merupakan ilmu yang bertujuan untuk mempelajari kedalaman di bawah air dan sebuah studi tentang tiga dimensi dan dua dimensi lantai samudra atau danau. Sebuah peta batimetri umumnya menampilkan relief lantai atau dataran dengan garis-garis kontur (*contour lines*) yang disebut kontur kedalaman (*depth contours* atau *isobath*), dan dapat memiliki informasi tambahan berupa informasi navigasi permukaan. Pada awalnya, batimetri mengacu kepada pengukuran kedalaman samudra. Teknik-teknik awal batimetri menggunakan tali berat terukur atau kabel yang diturunkan dari sisi kapal. Namun keterbatasan utama teknik ini adalah hanya dapat melakukan satu pengukuran dalam satu waktu sehingga dianggap tidak efisien. Teknik tersebut juga menjadi subjek terhadap pergerakan kapal dan arus. Pada era modern, pengukuran batimetri bisa dilakukan dengan echosounding (sonar), yang dipasang di sisi dari suatu kapal kemudian gelombang dipancarkan untuk proses pengukuran kedalaman air dengan memancarkan pulsa-pulsa atau gelombang suara secara teratur dari permukaan air dan kemudian pantulan gema (echo) yang datang dari dasar laut tersebut akan ditangkap kembali oleh receiver (penerima). Jarak dan waktu yang dihasilkan dari proses pengiriman gelombang suara dan kembalinya gelombang suara akan diterjemahkan sebagai kedalaman laut (Firdaus, 2008). Cara ini dianggap lebih praktis, cepat dan akurat. Namun cara ini memiliki beberapa kekurangan yaitu kita tidak dapat memperoleh informasi tentang suhu, jenis batuan dan tanda-tanda kehidupan didasar laut.

Kebutuhan terhadap pemetaan batimetri perairan dangkal sangat diperlukan sekali untuk berbagai macam pekerjaan keteknikan dan keamanan

pelayaran (Wahyuningrum et al, 2008). Metode ini dapat menghasilkan kedalaman yang akurat untuk air yang dalam tetapi metode tersebut sulit diterapkan diperairan dangkal (Sager, 1998). Kapal-kapal yang membawa berbagai perlengkapan peralatan pemetaan sulit masuk ke perairan dengan leluasa sehubungan dengan karakteristik yang khas di perairan tersebut, seperti kondisi perairan yang dangkal serta keadaan substrat dasar yang tidak beraturan. Di samping itu, mengingat ekosistem perairan dangkal sangat luas maka kegiatan pemetaan dengan metode ini akan membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang sangat tinggi pula.

Oleh karena itu sekarang telah dikembangkan teknologi pengukuran batimetri dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh yang dinilai lebih hemat biaya dan lebih mudah diaplikasikan serta terlihat keunggulannya Hasil dari teknologi ini dapat digunakan dalam penyusunan dan merevisi sumber daya peta yang ada serta berguna sebagai bantuan dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya (Lillesand, 1994). Teknologi ini dapat digunakan untuk mendapatkan data secara langsung dan cepat serta kontinu karena telah deprogram untuk melintasi daerah yang sama dalam waktu tertentu untuk mengamati fenomena yang terjadi baik didaratan atau lautan yang sangat luas dengan keakuratan yang bisa mendekati kondisi aslinya di alam.

Penggunaan teknologi satelit Landsat-8 akan mempermudah dalam proses pengukuran data kedalaman perairan (batimetri) yang akan dipadukan dengan data lapang pada perairan dangkal Kecamatan Dringu. Ditinjau dari letaknya, Kecamatan Dringu merupakan daerah pesisir yang sangat strategis, karena merupakan daerah dengan jalur lau-lintas kapal yang sangat padat. Selain untuk jalur kegiatan penangkapan dan pendaratan ikan oleh nelayan, daerah ini juga merupakan akses untuk kegiatan transportasi laut penduduk Pulau Gili Ketapang. Karena perairan Kecamatan Dingu berada pada kawasan

pantai utara Jawa yang merupakan perairan dengan substrat lumpur, sangat memungkinkan untuk terjadinya proses perubahan batimetri pada perairannya yang berupa pendangkalan perairan atau malah pendalaman perairan. Ditinjau dari hal tersebut sangat disarankan untuk melakukan penelitian tentang batimetri pada perairan dringgu secara berkala dan berkelanjutan, agar proses lalu-lintas penyebrangan dan aktifitas nelayan tidak terganggu dengan proses perubahan yang ada pada wilayah tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

Batimetri atau kedalaman perairan adalah ukuran tinggi rendahnya dasar laut. Peta batimetri sangat dibutuhkan karena dapat memberikan informasi bahwa dasar lautan bukanlah suatu permukaan yang sederhana tetapi memiliki struktur, bentuk dan penampakan yang sangat beragam pada setiap dasar lautan ditempat yang berbeda-beda. Dasar laut merupakan suatu sistem yang sangat dinamis, sering terjadi perubahan-perubahan sehingga perbaikan dan pembaruan peta-peta batimetri secara berkala sangat perlu dilakukan agar informasi-informasi mengenai dasar suatu perairan bisa dipetakan seiring dengan perubahan yang terjadi. Pemetaan batimetri di perairan dangkal Kecamatan Dringgu mempunyai peranan yang sangat penting untuk menunjang segala aktifitas yang berkaitan dengan perikanan dan kelautan baik secara langsung maupun tidak langsung, karena terdapat banyak sekali aktifitas kapal nelayan yang lalu-lalang untuk mendaratkan ikan khususnya pada daerah Kecamatan Dringgu. jika dilihat dari kondisi alam Kecamatan Dringgu termasuk dalam perairan dengan yang memiliki laju sedimentasi yang sangat tinggi sehingga kemungkinan untuk terjadinya pendangkalan atau pendalaman pada dasar lautnya sangat mungkin terjadi secara cepat maupun lambat.oleh karena itu sangat penting bagi nelayan untuk

mengetahui kondisi batimetri secara berkala perairan dangkal Kecamatan Dringu

agar kegiatan pendaratan ikan bias berjalan dengan baik tanpa takut kapal mereka kandas, karena dasar lautnya yang sangat dangkal untuk dilalui kapal nelayan.

1.3 Tujuan

Pada penelitian skripsi ini tujuan yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi kedalaman dasar laut dengan melakukan pengambilan data dilapangan dengan mengumpulkan data dilapangan dan melakukan pengolahan dengan teknologi penginderaan jauh.
2. Melakukan identifikasi kedalaman dasar laut berdasarkan data citra satelit Landsat-8
3. Mengetahui tingkat keeratan hubungan data estimasi kedalaman antara data lapang (data insitu) dengan data citra Landsat-8

1.4 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan mulai dari tanggal 21 April sampai 24 Juli 2017 yang berlokasi di perairan dangkal bagian utara Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo, Provinsi Jawa Timur.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

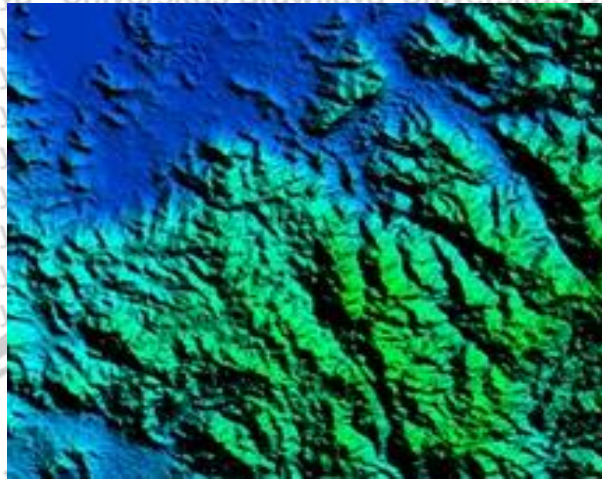
2.1 Definisi Batimetri

Batimetri merupakan ukuran kedalaman dari permukaan air sampai dengan dasar laut atau danau. batimetri mempunyai peranan penting dalam kegiatan perikanan, hidrografi dan keselamatan pelayaran. Umumnya sumber data batimetri adalah peta batimetri yang dikeluarkan oleh Dinas Hidro Oseanografi yang diturunkan dari data echosounder, namun data tersebut belum mencakup seluruh wilayah dalam skala yang rinci (Setiawan et al, 2014).

Informasi batimetri dapat menggambarkan tentang keadaan dan bentuk struktur dari dasar laut dari suatu daerah, dengan adanya informasi batimetri tentang kedalaman perairan dangkal yang ada pada daerah pesisir serta daerah pelabuhan sangat berperan penting dalam alur pelayaran, perencanaan bangunan pantai, dan pembangunan jaringan pipa bawah laut karena pada dasarnya peta batimetri dapat menunjukkan relief bawah laut dengan garis-garis kontur kedalaman (Soeprbowati, 2012).

Batimetri berasal dari bahasa Yunani yaitu *Bathy-* yang memiliki arti kedalaman dan kata *-metry* yang memiliki arti ilmu ukur, sehingga batimetri memiliki definisi sebagai pengukuran dan pemetaan dari kondisi topografi yang berada pada dasar laut (Hamid et al., 1977). Batimetri digunakan untuk mempelajari dan mengukur kedalaman lautan, laut atau tubuh perairan lainnya dan peta batimetri merupakan peta yang menggambarkan perairan beserta kedalamannya (Setiyono, 1996). Dasar perairan sangat kompleks sehingga perlu dilakukan pemetaan terhadap dasar laut yang bertujuan agar bisa mempermudah dalam penafsiran kontur dasar laut yang memiliki bentuk dan rupa yang berbeda-beda, apakah pada kondisi dasar perairan tersebut terdapat

gunung dasar laut, palung laut, dasar laut yang datar, atau dasar laut yang tidak beraturan. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.

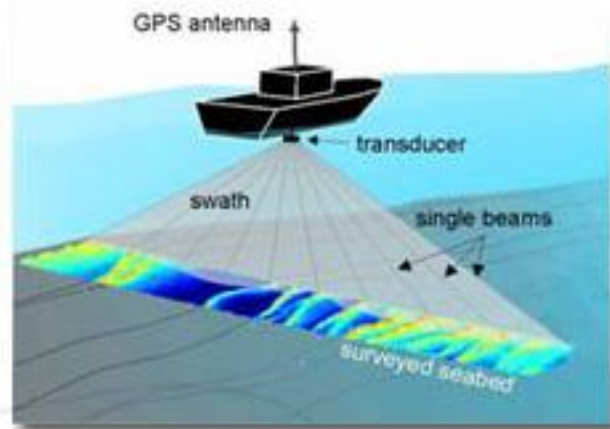


Gambar 1. Bentuk Kontur Batimetri (Soeprbowati, 2012)

2.2 Pengertian Echosounder

Echosounder adalah alat yang dapat digunakan untuk membantu dalam proses pencarian ikan dengan lebih baik dan efisien, cara kerja *echosounder* tidak menangkap ikan melainkan dapat membantu untuk menangkap lebih banyak ikan dengan *trawl*, *gill-net*, *purse-net*, atau jenis jaring yang lain. *Echosounder* bahkan dapat membantu untuk menangkap lebih banyak ikan dengan *hook and line* (Burczynski et al, 1985). Pada proses pengambilan data / pemeruman menggunakan *Echosounder* dapat dilakukan dengan memasang alat *Echosounder* pada bawah kapal dengan posisi dan letak yang strategis pada lambung kapal, agar data yang didapatkan memiliki keakuratan yang tinggi. Setelah alat terpasang dilakukan pengambilan data dengan menjalankan kapal sesuai pada jalur yang telah ditentukan sebelumnya. Hal ini penting karena data yang didapatkan bisa akurat pada lokasi pengambilan

data yang diinginkan. Proses dan mekanisme penggunaan Echosounder bisa dilihat pada Gambar 2 yang ada dibawah ini.



Gambar 2. Mekanisme Penggunaan Echosounder (Ahmad, 2014)

Echosounder bekerja berdasarkan pada prinsip perambatan dan pantulan bunyi dalam badan air. Echosounder dilengkapi dengan proyektor untuk menghasilkan gelombang akustik yang akan dimasukkan kedalam air laut. Sonar bathymetric memerlukan proyektor yang dapat menghasilkan berulang-ulang kali pulsa akustik yang dapat dikontrol (MacIennan et al, 1992). Pada teknik pengukuran batimetri memiliki banyak perkembangan yang bisa mempermudah dalam proses pengambilan data batimetri yaitu menggunakan Echosounder dalam proses pengukuran dasar perairan bisa dilakukan dengan cepat dan sangat efisien (Setiawan et al, 2014).

2.3 Penginderaan Jauh

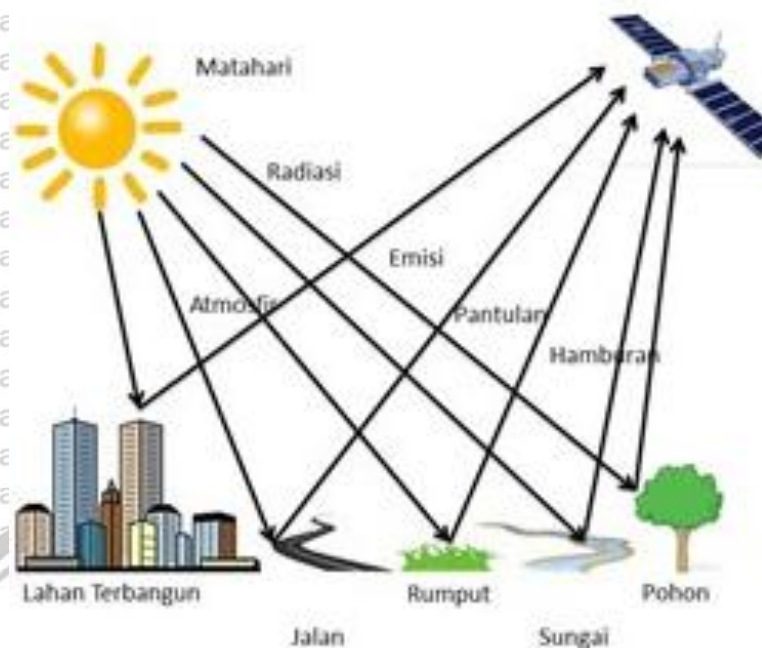
Teknologi *remote sensing* memiliki banyak kelebihan yang dapat mempermudah dalam mengobservasi serta merekam data dan informasi secara luas, berulang dan lebih terinci pada permukaan bumi untuk mendeteksi berbagai hal yang berkaitan dengan perubahan ekosistem yang terjadi (Mumby et al. 2004).

Teknologi penginderaan jauh sangat efisien karena bekerja dengan cara melakukan penyadapan terhadap informasi titik kedalaman didaerah perairan dangkal dengan memanfaatkan panjang gelombang yang memiliki respon spectral baik terhadap obyek perairandan dapat menembus perairan hingga kedalaman tertentu (Nurkhayati, 2010).

Metode SIG sangat berguna dalam proses perencanaan dan pengelolaan wilayah pesisir secara luas sehingga dapat dilakukan dengan baik dan terarah serta dapat digunakan untuk menghindari eksploitasi yang tidak terkendali.

Belakangan ini berbagai penelitian yang lebih mendalam tentang metode SIG yang ditawarkan masih sangat luas dan belum sempurna mengingat pada setiap kasus yang dihadapi dapat menimbulkan permasalahan baru yang dapat menimbulkan berbagai pemikiran dan teknik-teknik tertentu (Sukojo, 2003). Pada dasarnya matahari adalah komponen penting yang terlibat pada sistem penginderaan jauh, karena pada dasarnya komponen cahaya matahari merupakan gelombang elektromagnetik. Atmosfir merupakan lintasan bagi gelombang elektromagnetik matahari dalam mendeteksi suatu objek yang ada dipermukaan bumi (Wahyuningrum, 2008).

Penginderaan jauh merupakan system pasif yang digunakan dalam penelitian wilayah perairan dangkal dengan memanfaatkan gelombang tampak (400-750 nm) atau cahaya matahari yang pada dasarnya terbagi dalam beberapa saluran warna, yaitu biru, hijau, dan merah. Kemampuan gelombang elektromagnetik dalam penetrasi didalam kolom air sangatlah dipengaruhi oleh karakteristik perairan tersebut. Bahwa semakin keruh air laut maka daya tembus kedua spektrum (band hijau dan band biru) akan semakin berkurang (Guntur et al., 2012). Pada proses mekanisme satelit untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



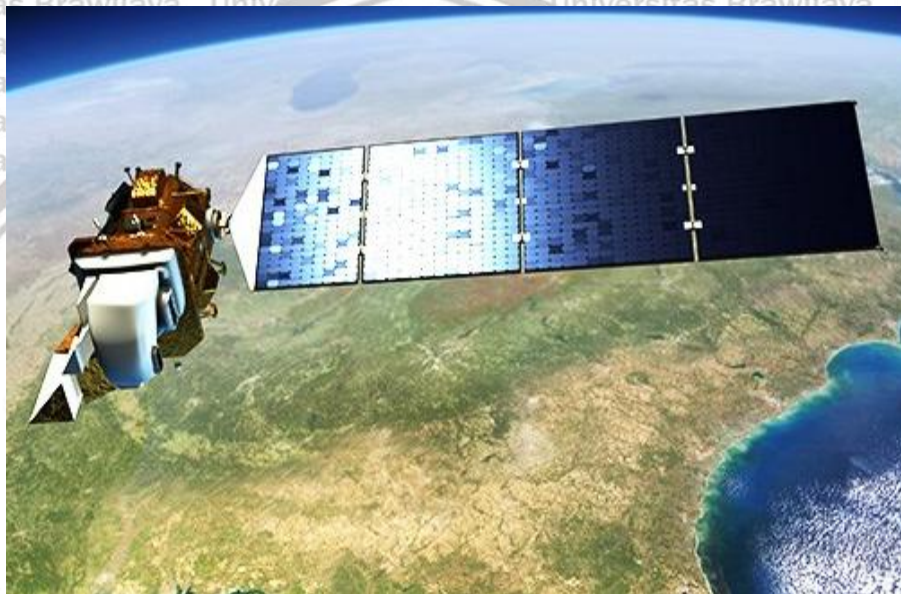
Gambar 3. Cara Kerja Satelit Landsat-8 (Fitriani, 2013)

2.4 Citra Satelit Landsat-8

Satelit LDCM (*Landsat Data Continuity Mission*) atau satelit Landsat adalah satelit yang diluncurkan pada tahun 2011 dari VAFB, CA dengan pesawat peluncur Atlas-V-401. Setelah meluncur diorbitnya, satelit tersebut akan dinamakan sebagai Landsat-8. Satelit LDCM (Landsat-8) dirancang diorbitkan pada orbit mendekati lingkaran sikron-matahari, pada ketinggian: 705 km, inklinasi: 98.2°, periode: 99 menit, waktu liput ulang: 16 hari. Satelit LDCM (Landsat-8) dirancang membawa Sensor pencitra OLI (*Operational Land Imager*) yang mempunyai kanal-kanal spektral yang menyerupai sensor ETM+ (*Enhanced Thermal Mapper plus*) dari Landsat-7. Sensor pencitra OLI ini mempunyai kanal-kanal baru yaitu: kanal-1: 443 nm untuk aerosol garis pantai dan kanal 9:1375 nm untuk deteksi *cirrus*; akan tetapi tidak mempunyai kanal inframerah termal.

Sensor lainnya yaitu Thermal Infrared Sensor (TIRS) ditetapkan sebagai pilihan

yang dapat menghasilkan kontinuitas data untuk kanal-kanal inframerah termal yang tidak dicitrakan oleh OLI (LAPAN, 2010). Satelit Landsat-8 yang berada diatas bumi akan melakukan proses perekaman data dari pantulan gelombang elektromagnetik dari objek permukaan bumi yang telah dipantulkan oleh suatu objek yang berada pada jangkauan pengamatan satelit. Proses perekaman data dari satelit Landsat-8 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Satelit Landsat-8 (Nasa, 2014)

Landsat-8 dirancang untuk mengumpulkan data yang ada pada permukaan bumi yang mirip dengan stelit landsat sebelumnya, yaitu Landsat-7.

Data dari satelit Landsat-8 tersebut akan dikumpulkan dan di USGS yang bertanggung jawab dalam operasi-operasi satelit, proses pengumpulan data, pengarsipan, pengolahan, dan distribusi data (Sitanggang, 2010). Satelit memiliki karakteristik utama pada Citra (Image) yaitu adanya rentang kanal (band) yang merupakan panjang gelombang elektromagnetik (*Electromagnet wavelength*) yang dimilikinya. Beberapa radiasi yang dapat dideteksi dengan teknologi

penginderaan jauh adalah seperti radiasi cahaya matahari yang bias terdeteksi melalui medium gelombang elektromagnetik. Panjang gelombang elektromagnetik dari daerah *visible* dan *near* sampai *middle infrared* atau dari distribusi spasial energy panas (*thermal*) akan dipantulkan dari permukaan bumi.

Pada setiap material yang ada dipermukaan bumi mempunyai reflektansi yang berbeda terhadap cahaya matahari, sehingga semua material-material tersebut memiliki resolusi yang berbeda-beda pada setiap band panjang gelombang (Suwargana, 2013). Pada proses peluncuran satelit Landsat-8 memiliki ketinggian 705 km dari permukaan bumi dengan sudut inklinasi sebesar 98.2°, dan waktu untuk melintasi wilayah katulistiwa pada Jam 10:00 s.d 10:15 pagi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter-Parameter Orbit Satelit LDCM (LANDSAT-8)

Jenis Orbit	mendekati lingkaran sikron matahari
Ketinggian	705 km
Inklinasi	98.2°
Periode	99 menit
Waktu liput ulang (resolusi temporal)	16 hari
Waktu melintasi katulistiwa (<i>Local Time on Descending Node -LTDN</i>) nominal	Jam 10:00 s.d 10:15 pagi

Sumber: NASA, 2014

2.5 Pasang Surut

Pasang surut adalah fenomena dimana terjadi pergerakan naik turunnya permukaan air laut secara berkala dan periodik (Susantoro dalam Atmodjo ,

2000). Yang terjadi secara berkala yang dipengaruhi oleh kombinasi gaya gravitasi dan gaya tarik menarik dari benda-benda langit. Pasang surut dibagi dalam tiga jenis yaitu pasang surut atmosfer (*atmospheric tide*), pasang surut laut (*oceanic tide*) dan pasang surut bumi padat (*tide of the solid earth*). Jenis pasang surut tersebut dibedakan karena adanya suatu pergerakan yang dinamis oleh benda-benda luar angkasa seperti bintang dan materi lainnya (Dronkers, 1964). Pasang surut juga dapat dijelaskan menurut gaya tarik-menarik antara bumi, bulan dan matahari, dari gaya tarik-menarik tersebut maka permukaan laut yang berada paling dekat dengan objek tersebut permukaan lautnya akan menjadi cembung atau menebal yang bisa diartikan bahwa pada daerah tersebut telah terjadi pasang. Sedangkan pada daerah yang terlihat permukaan lautnya menipis, maka bisa diartikan bahwa pada daerah tersebut terjadi surut. Untuk lebih jelasnya proses pasang surut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Penyebab Terjadinya Pasang Surut (Agam, 2015)

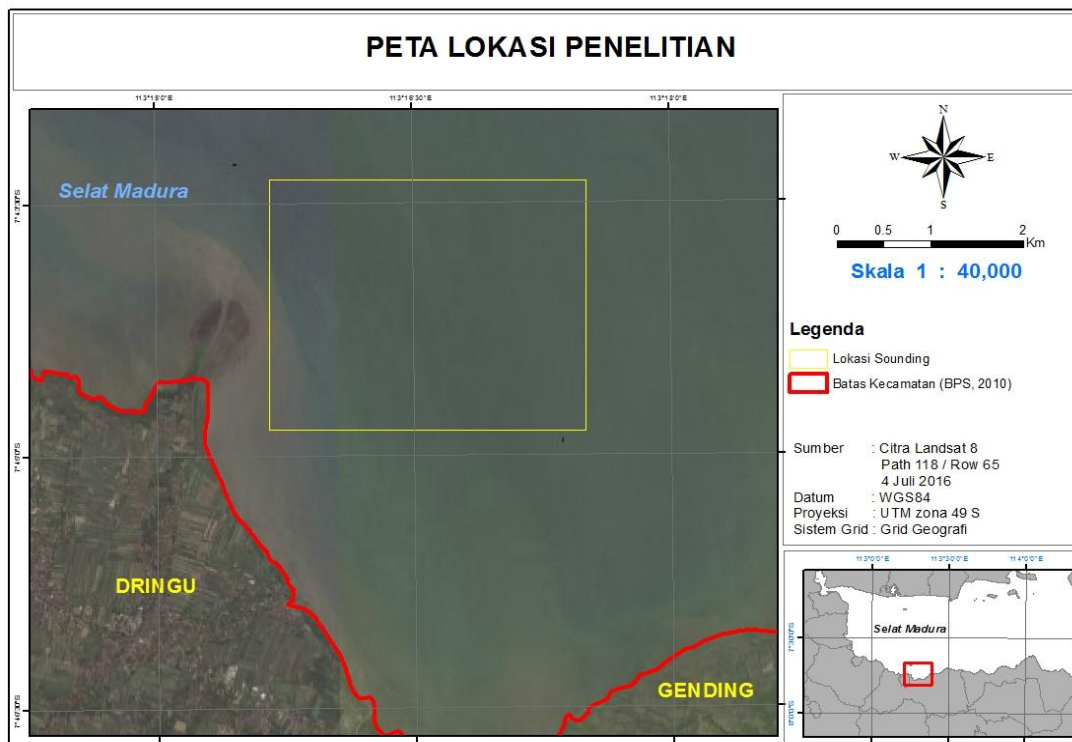
Terdapat empat tipe pasut dan dibedakan berdasarkan perbedaan respon dari setiap lokasi yang berbeda dilihat dari gaya pembangkit pasang surut, sehingga terjadi tipe pasut yang berbeda di sepanjang pesisir, tipe-tipe pasang surut tersebut meliputi pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*), pasang surut campuran condong harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) dan pasang surut campuran condong harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*) (Kahar, 2008).



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan dua tahapan pengambilan data dan pengolahan data. Pada tahap pertama adalah pengambilan data lapang (data sounding) dan didukung dengan data prediksi pasang surut, yang dilakukan pada perairan Kecamatan Dringu oleh Fuad *et al* (2016) pada bulan Juli 2016, dan download data citra satelit Landsat-8 pada bulan Juni 2017. Pengolahan data dilakukan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya oleh penulis pada bulan April 2017, dengan lokasi penelitian yang berada diperaian dangkal Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo, Provinsi Jawa Timur.



Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan dan bahan sangat dibutuhkan dalam menunjang proses penelitian, oleh karena itu segala peralatan dan bahan yang akan digunakan harus dipersiapkan secara matang dan terakomodasi dengan baik. Alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses pengambilan data antara lain meliputi data primer dan data sekunder antara lain sebagai berikut:

3.2.1 Alat-alat Penelitian

Alat-alat dalam penelitian digunakan untuk membantu dalam proses pengambilan data yang ada di lapang, karena sebuah alat sangat menentukan validasi suatu data yang akan diambil, oleh karena itu disusunlah daftar alat apa saja yang akan digunakan agar sebelum proses penelitian sudah dipersiapkan pelatan tersebut. Adapun alat-alat tersebut tertulis dalam Tabel 2.

Tabel 2. Alat-alat Penelitian

No	Alat	Spesifikasi	Kegunaan
1	Kapal Motor	Kapal kayu, mesin diesel 2000 cc	Kapal Motor digunakan sebagai alat transportasi dalam melakukan pengukuran kedalaman
2	<i>Echosounder Garmin GPS map 585 Sounder</i>	Tipe WQVGA, Berat <i>Echosounder Garmin GPS resistant, frekuensi 50/200 kHz, kedalaman maksimum 1500 ft, daya 10-36 V</i>	<i>Echosounder Garmin GPS map 585 Sounder</i> digunakan sebagai alat untuk mengukur kedalaman perairan laut

No	Alat	Spesifikasi	Kegunaan
3	ERMapper	ERMapper versi 7.1	ERMapper digunakan untuk pra-proses data citra dan input rumus algoritma Vanhangel
4	ArcGis	ArcGis versi 10.2	ArcGis digunakan sebagai alat untuk mengolah peta batimetri
5	Surfer	Surfer versi 10	Surfer digunakan untuk menampilkan model 3D data batimetri
6	Microsoft Excel	Microsoft Excel versi 2010	Microsoft Excel digunakan untuk perhitungan matriks transformasi rotasi

3.2.2 Bahan-bahan Penelitian

Bahan-bahan dalam penelitian kali ini merupakan bahan-bahan yang akan dilakukan pengolahan menggunakan beberapa software penginderaan jauh dan akan dilakukan beberapa analisis regresi untuk mengetahui pola kontur batimetri yang ada pada perairan Kecamatan Dringu. Adapun bahan-bahan yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Data Citra

No	Data Primer	Kegunaan
1	Data Citra Satelit Landsat-8	Data citra satelit Landsat-8 digunakan sebagai bahan untuk mengetahui nilai kedalaman perairan

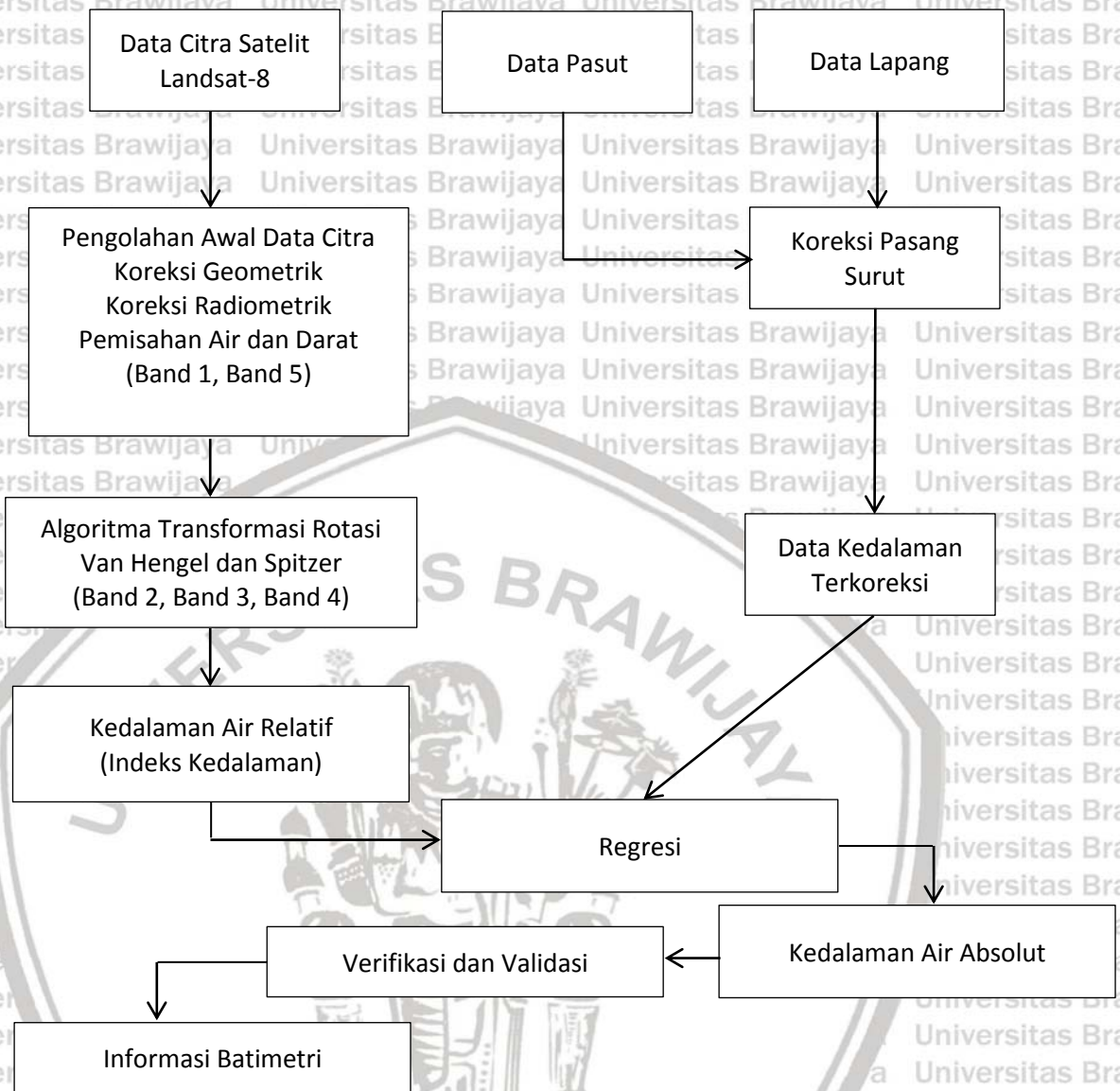
Tabel 4. Data Lapang

No	Data Sekunder	Kegunaan
1	Data Kedalaman Hasil Penelitian Fuad <i>et al</i> (2016)	Data kedalaman digunakan sebagai bahan untuk mengetahui kondisi batimetri perairan dan untuk perbandingan dengan hasil citra satelit Landsat-8
2	Data Pasang Surut	Data Pasang Surut digunakan sebagai bahan untuk koreksi data kedalaman

3.3 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dari penelitian ini menggunakan teknik pengambilan data yang dibagi menjadi dua cara yaitu pengambilan data sekunder yaitu data yang diambil dari lapangan dan data primer yaitu data yang didapatkan dari proses download data citra satelit yang didapatkan dari proses download melalui situs

website earthexplorer.usgs.gov. Pengambilan data lapang dilakukan dengan menggunakan alat *Echosounder* yang dipasang pada kapal untuk pengambilan data kedalaman perairan pada perairan dangkal Kecamatan Dringu. Untuk pengambilan data citra satelit dilakukan dengan proses download citra satelit Landsat-8. Pada penelitian kali ini proses pertama yang harus dilakukan adalah mendownload data citra satelit Landsat-8, kemudian dilakukan pengambilan data lapang dengan proses sounding langsung pada lokasi penelitian yang telah ditentukan, pada data citra satelit yang sudah didownload dilakukan proses pengolahan awal data citra, yang didalamnya terdapat beberapa proses yaitu koreksi geometrik yang bertujuan untuk mengkoreksi lokasi geografis agar menjadi lokasi geografis yang tepat, koreksi radiometrik yang bertujuan untuk mempertajam tampilan citra dari data citra satelit Landsat-8, pemisahan air dan darat menggunakan band 5, dan band 1 untuk proses masking agar nilai dari air dan daratan tidak ikut terkalkulasi pada saat proses pemasukan algoritma Van Hangel dan Spitzer. Selanjutnya dilakukan proses memasukkan algoritma Van Hangel dan Spitzer dengan masih menggunakan band 2, band 3, dan band 4, sehingga didapatkan nilai kedalaman air relative (indeks kedalaman). Pada data lapang harus dipadukan dengan data pasang surut untuk mendapatkan koreksi pasang surut sehingga diketahui nilai data kedalaman terkoreksi. Selanjutnya data lapang dan data citra yang telah diolah disatukan dengan regresi logaritmik untuk mendapatkan nilai kedalaman air absolut. Proses selanjutnya adalah melakukan regresi linear untuk verifikasi dan validasi untuk mendapatkan nilai dari R^2 agar bisa mengetahui seberapa erat hubungan dan keterkaitan antara data lapang dan data citra satelit. Pada tahap selanjutnya didapatkanlah informasi batimetri yang berupa peta batimetri. Untuk lebih jelasnya alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Alir Penelitian

3.4 Perolehan Data

Proses perolehan data pada skripsi ini terdiri dari beberapa sumber, yang pertama adalah data lapang yang didapatkan dengan cara sounding menggunakan *Echosounder* pada perairan laut Kecamatan Dringu menggunakan transportasi perahu motor, selanjutnya adalah data citra satelit Landsat-8 yang didapatkan dengan cara download pada situs earthexplorer.usgs.gov, dan yang terakhir adalah data pasang surut merupakan data sekunder yang didapatkan

dari pengolahan data pasut menggunakan software Matlab versi 7.8.0.347.

Setelah semua data yang diperlukan telah terkumpul, maka dilakukan proses pengolahan data pada masing-masing data.

3.4.1 Data Lapang

Data lapang adalah data sekunder yang didapatkan dengan cara pengambilan data langsung dilapang yang dilakukan dengan bantuan alat

Echosounder yang dilakukan pada bulan Juli 2016 di daerah perairan dangkal

Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo. Pengambilan data dilakukan dengan

cara sounding di jalur lurus sekitar 2 kilometer, kemudian berbalik arah ke arah

awal pengambian data dengan posisi berada disebelah kanan jalur pengambilan

data yang sebelumnya, jarak antara jalur pertama dengan jalur yang lainnya diatur

jarak kurang lebih 50 meter. Pengambilan data dilakukan sesuai dengan jalur

yang telah ditentukan dan direncanakan sebelumnya dengan membuat jalur

pengambilan data menggunakan software MapSource. Fungsi dari jalur track

adalah agar alur dari pengambilan data lebih teratur dan tertata.

3.4.2 Data Pasang Surut

Data pasang surut adalah data sekunder yang didapatkan dari pengolahan data menggunakan software Matlab 7.8.0.347 agar didapatkan nilai

data prediksi pasang surut yang bisa dilihat pada Lampiran 2, untuk selanjutnya akan digunakan sebagai data pendukung untuk mengkoreksi data hasil sounding

dengan menggunakan alat *Echosounder* agar didapatkan data kedalaman

terkoreksi yang nantinya akan digunakan untuk mendapatkan nilai kedalaman air absolut.

3.4.3 Data Citra Satelit

Data citra satelit Landsat-8 adalah data primer yang diperoleh dengan cara proses download terlebih dahulu melalui situs resmi USGS dengan alamat situs *earthexplorer.usgs.gov* pada bulan Mei 2017. Data sebelumnya harus dipilih terlebih dahulu yang mendekati tanggal pengambilan data dan harus seminimal mungkin bebas dari tutupan awan atau kadar sedimentasi dalam perairan harus serendah mungkin yang menutupi lokasi penelitian, agar hasil akhir dari pengolahan data mendapatkan hasil yang akurat dan mendekati keadaan aslinya di alam.

3.5 Pengolahan Data

Pada proses pengolahan data terdapat 3 proses utama yaitu pengolahan data pasang surut, data lapang dan data dari citra satelit Landsat-8. Ketiga data tersebut dibutuhkan untuk sempurnanya hasil akhir pengolahan data.

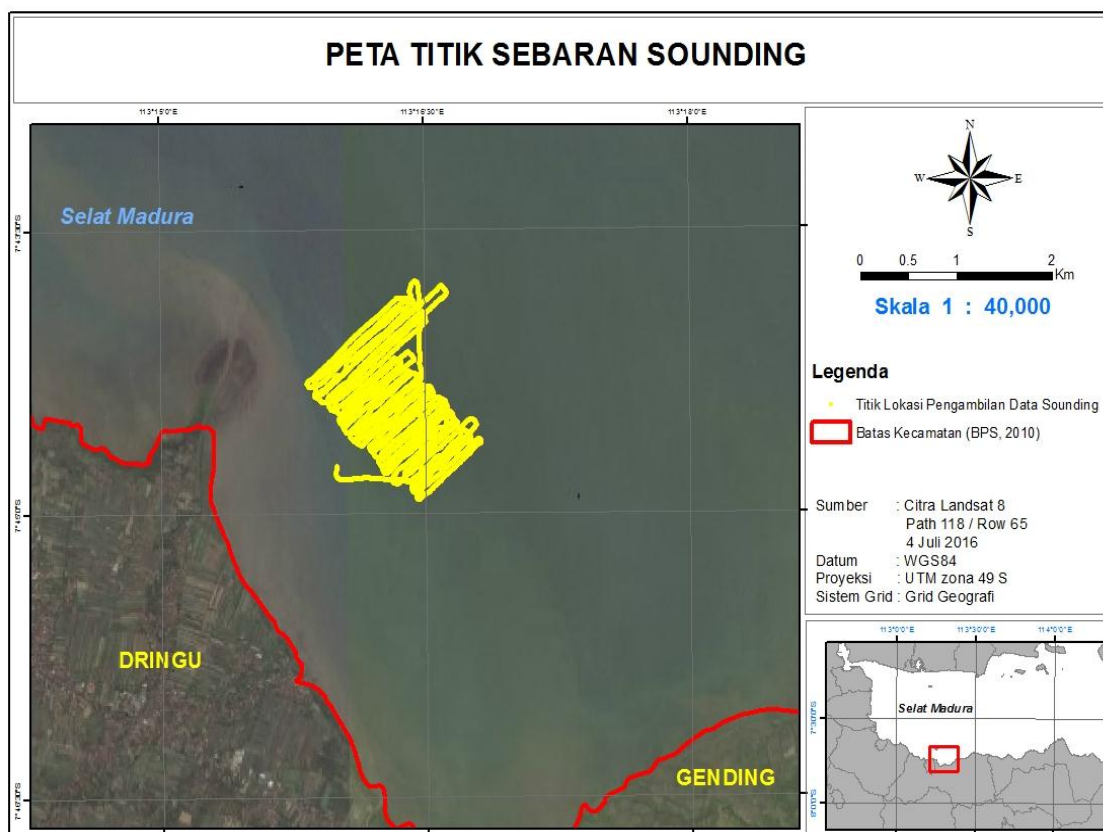
3.5.1 Pengolahan Data Pasang Surut

Pengolahan data pasang surut bertujuan untuk mendapatkan nilai rata-rata dari permukaan air laut, dan selanjutnya nilai dari rata-rata tersebut akan disandingkan dengan nilai kedalaman perairan untuk dicari selisihnya, karena data hasil pengukuran lapang tidak bisa langsung digunakan karena masih mengalami kesalahan, antara lain karena elevasi pasang surut (Nugraha et al, 2013). Berdasarkan pada nilai selisih tersebut digunakan untuk mencari nilai z yang terkoreksi pasang surut.

3.5.2 Proses Pengolahan Data Lapang

Data sounding yang telah didapatkan dari lapang diidentifikasi dalam bentuk Microsoft Excel dan data yang diambil adalah x , y , dan z . x dan y adalah koordinat lokasi penelitian dan z adalah data kedalaman dari data lapang.

Karena pada proses pengolahan data selanjutnya sangat dibutuhkan untuk koordinat dan data kedalaman perairan yang terekam dalam *Echosounder*. Untuk pengambilan data lapang.



Gambar 8. Peta Sebaran Titik Pengambilan Data Sounding

3.5.3 Proses Pengolahan Data Citra Satelit Dengan Penerapan Algoritma

Pada penelitian kali ini, data citra satelit Landsat-8 yang digunakan sebanyak lima band, mulai dari band 1, samapai band 5 akan digunakan untuk membangun kombinasi matriks algoritma transformasi rotasi pada tahap selanjutnya. Akan tetapi band yang dipakai hanya band 2, 3, dan 4 karena merupakan band yang natural. Pada proses pertama akan dilakukan koreksi geometrik untuk mengkoreksi titik koordinat yang sesuai dengan koordinat aslinya, langkah selanjutnya adalah koreksi radiometrik untuk mengoptimalisasi

dari nilai energi elektromagnetik yang tertangkap pada sensor satelit agar gambar dari citra satelit semakin tajam. sedangkan band 1 dan 5 digunakan untuk menyeleksi daratan dan tutupan awan pada proses masking agar data yang didapatkan adalah data dari laut saja agar nilai dari awan dan daratan tidak ikut terkalkulasi pada saat proses pemasukan algoritma Van Hangel dan Spitzer.

$$p_p = ((M_p * Q_{cal}) + \frac{A_p}{\cos(\theta S)})$$

Keterangan :

P_p : Reflektansi

M_p : *Reflectance_Mult_Band_x*

A_p : *Reflectance_Add_Band_x*

Q_{cal} : Digital Number

θS : Sudut Zenit Matahari Dalam Derajat

Setelah terkoreksi geometric dan radiometrik langkah selanjutnya adalah masking untuk mengubah nilai tutupan awan dan daratan menjadi 0, proses masking dilakukan dengan kombinasi 5 band yang paling kuat menangkap gelombang pantul dari daratan serta band 1 yang paling kuat mendeteksi tutupan awan, dari hasil scattergram tersebut dibuat region yang menunjukkan tutupan awan dan daratan, selanjutnya mengubah nilai pixel dalam region menjadi 0 agar mempermudah dalam proses pemasukan algoritma.

Algoritma Van Hengel dan Spitzer adalah algoritma yang dapat mengubah nilai reflektan dari tiga band menjadi nilai kedalaman relative sebuah perairan. Algoritma ini berupa :

$$\begin{bmatrix} Y1 \\ Y2 \\ Y3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(r) \cos(s) \sin(r) \cos(s) \sin(s) \\ -\sin(r) \cos(r) 0 \\ -\cos(r) \sin(s) -\sin(r) \sin(s) \cos(s) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X1 \\ X2 \\ X3 \end{bmatrix}$$

Keterangan :

X1 : Band 1 Y1 : Hasil Utama

X2 : Band 2 Y2 dan Y3 : Hasil Sampangan

X3 : Band 3 r dan s : Sudut Rotasi

Formula diatas dapat dijabarkan dalam bahasa matematika perkalian matriks 3x3 sebagai berikut :

$$Y1 = X1 \cos(r) \cos(s) + X2 \sin(r) \cos(s) + X3 \sin(s)$$

$$Y2 = -X1 \sin(r) + X2 \cos(r)$$

$$Y3 = -X1 \cos(r) \sin(s) - X2 \sin(r) \sin(s) + X3 \cos(s)$$

Nilai sudut arah rotasi (r dan s) dalam algoritma tersebut adalah konstanta yang akan diperoleh dari perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$r(s) = \arctan(u + \sqrt{u^2 + 1})$$

Sedangkan nilai u diperoleh dari rumus:

$$u_r = \frac{\text{var } x_2 + \text{var } x_1}{2\text{cov } x_1 \ x_2}$$

$$u_s = \frac{\text{var } x_3 + \text{var } x_1}{2\text{cov } x_3 \ x_2}$$

Keterangan:

Var xi : Nilai varian band i

Cov x_ix_j : Nilai kovarian band I dan band j

Hasil yang akan didapatkan diterapkan pada data citra satelit adalah hasil utama yaitu (Y1), sementara untuk hasil sampingan tidak akan digunakan. Digunakan kombinasi 3 band yaitu band 2, band 3, dan band 4 untuk mendapatkan hasil berupa nilai data indeks kedalaman relatif, dan selanjutnya adalah mengubah nilai indeks kedalaman relatif menjadi nilai kedalaman absolut yang dilakukan dengan cara membuat analisa regresi logaritmik (Lampiran 3), dari beberapa sampel hubungan antara z (data lapang) terkoreksi dan z data citra (data indeks kedalaman relatif). Dari hasil persamaan regresi akan diterapkan ke data indeks kedalaman relatif, karena pada data kedalaman air relatif (data citra) masih belum mencerminkan kedalaman yang sesungguhnya dalam satuan meter, sedangkan data kedalaman terkoreksi (data lapang) sudah mencerminkan kedalaman yang sesungguhnya dan sudah dalam satuan meter, agar data kedalaman air relatif (data citra) dapat mencerminkan data kedalaman terkoreksi (data lapang), sehingga akan menghasilkan data kedalaman absolut dengan satuan meter.

3.5 Cross Section

Pada hasil pengolahan data lapang dan data citra satelit dilakukan proses cross section yang bertujuan untuk mengetahui kemiringan (slope) dari dasar perairan yang ada didaerah dringu yang berupa tampilan potongan melintang dari kontur batimetri. Data yang dalam bentuk raster diambil sampel berupa garis yang akan ditampilkan dalam bentuk penampang melintang menggunakan *tools 3D analyst* dalam software ArcGis. Dari garis pengambilan sampel tersebut didapatkan garis jalur yang berjumlah 8 jalur, dari 8 jalur tersebut didapatkan titik cross section sebanyak 16, masing-masing adalah 8 jalur untuk data lapang dan 8 jalur untuk data citra satelit Landsat-8.

3.6. Perbandingan Data Citra Satelit Landsat-8 dan Data Lapang

Dari data yang telah diolah, tahap selanjutnya adalah melakukan analisa statistik data menggunakan metode regresi linear. Regresi akan dilakukan pada setiap jalur yang diambil secara melintang sebanyak 8 jalur. Dengan mengaplikasikan regresi linear pada data lapang dan data citra pada setiap stasiun maka akan diperoleh nilai R^2 , *Multiple R* dan *Standart Error* untuk melihat seberapa besar keterkaitan antara kedua data yang didapatkan dari lapang dan data citra. Dimana R^2 berfungsi untuk mengukur tingkat keberhasilan model dari regresi yang kita gunakan dalam memprediksi nilai variabel dependen. Nilai ini merupakan fraksi dari variasi yang mampu dijelaskan oleh model. Nilai *R square* berada pada interval angka nol dan satu. Suatu model regresi dikatakan baik apabila nilai *R square* mendekati satu, *Standart Error* berfungsi sebagai standar deviasi dari rata-rata data yang kita peroleh dan *Multiple R* berfungsi untuk mengetahui pengaruh variabel bebas (independent) terhadap variabel terikat (dependent). Jika nilai dari R^2 mendekati angka 1 maka akan semakin kuat kemampuan data untuk memprediksi variabel yang dibutuhkan dalam proses prediksi. Sedangkan jika nilai R^2 semakin jauh dari angka 1 maka semakin lemah kemampuan variabel dalam proses prediksi. *Multiple R* dibutuhkan dalam proses dalam menentukan keeratan data dari data lapang dan data citra.

Selanjutnya adalah melakukan proses *Standart Error* untuk melihat tingkat error dari data citra untuk menunjukkan ketepatan model regresi dengan cara dibandingkan dengan nilai standar deviasi. Semakin kecil angkanya, maka akan semakin tepat untuk prediksi data yang didapatkan dari lapang.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Dari proses penelitian dan pengambilan yang didapatkan dari lapangan serta data citra yang telah dilakukan berbagai pengolahan data menggunakan software ErMapper 7.1, ArcGis 10.2, dan Surfer 10 dapat dihasilkan pembahasan data sebagai berikut :

4.1.2 Deskripsi umum lingkungan penelitian

Lokasi pengambilan data dan penelitian ini berada pada perairan laut utara Kecamatan Dringu, Kabupaten Probolinggo. Kota Probolinggo, adalah sebuah kota di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Terletak sekitar 100 km sebelah tenggara Surabaya, Kota Probolinggo berbatasan dengan Selat Madura di sebelah utara, serta Kabupaten Probolinggo di sebelah timur, selatan, dan barat. Probolinggo merupakan kota terbesar keempat di Jawa Timur setelah Surabaya, Malang, dan Kediri menurut jumlah penduduk. Kota ini terletak di wilayah Tapal Kuda, Jawa Timur dan menjadi jalur utama pantai utara yang menghubungkan Pulau Jawa dengan Pulau Bali. Letak Kota Probolinggo berada pada $7^{\circ} 43' 41''$ sampai dengan $7^{\circ} 49' 04''$ Lintang Selatan dan $113^{\circ} 10'$ sampai dengan $113^{\circ} 15'$ Bujur Timur dengan luas wilayah $56,667 \text{ Km}^2$. Kota Probolinggo terletak pada ketinggian 0 sampai 50 m dpl. Dengan Seluruh wilayah relatif berlereng (0–2%), dan semakin ke wilayah selatan, ketinggian dari permukaan laut semakin besar (Situs Resmi Kab. Probolinggo, 2012). Kecamatan Dringu merupakan wilayah dengan aktifitas perikanan dan kelautan yang produktif, karena hasil dari perikanan tangkap yang dihasilkan cukup besar dalam menunjang perekonomian masyarakat nelayan Kecamatan Dringu dan sekitarnya.

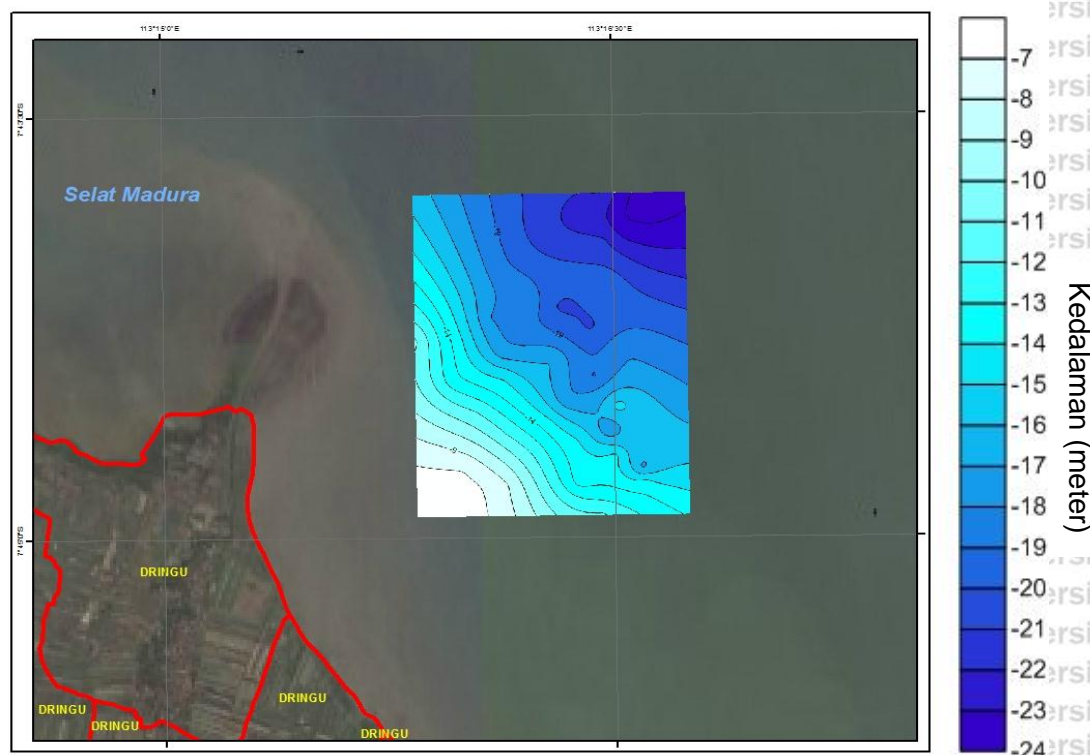
4.2 Data Hasil Batimetri Lapang

Dari hasil data dilapangan didapatkan data sebanyak 3862 titik sounding yang diambil menggunakan *Echosounder*. Data kedalaman dan waktu pengambilan data harus dikoreksi terlebih dulu agar lebih mudah dalam proses pengolahan selanjutnya, koreksi yang harus dilakukan adalah koreksi *draft transducer* yaitu koreksi yang disebabkan letak transducer yang ada dibawah air, jadi kedalaman yang diperoleh bukan dari permukaan air laut melainkan dari bawah permukaan laut (Soeprapto, 2001). Data kedalaman perairan dangkal Kecamatan Dringu yang telah dikoreksi dan telah dilakukan proses pengolahan data menggunakan software ERMapper 7.1 dengan menggunakan interpolasi *kriging*, metode ini digunakan karena sifat data yang menyebar dan sistematis dengan fleksibilitas yang tinggi dalam mengolah data dalam berbagai tipe. Pada hasil pengolahan data lapang mempunyai rentang nilai data kedalaman antara 7 sampai 24 meter. Dan setelah dilakukan proses pengolahan data dari software ERMapper 7.1, data kemudian dilakukan pengolahan menggunakan software surfer versi 10 untuk menampilkan tampilan peta batimetri dua dimensi dan tiga dimensi dengan interval kedalaman 1 meter. Hasil peta batimetri yang ditampilkan akan mencerminkan struktur tiga dimensi dari bentuk lantai dasar perairan, sehingga akan tampak kontur lantai dasar perairan dalam bentuk yang menyerupai kondisi aslinya di alam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.

4.2.1 Peta Batimetri Dua Dimensi

Pada peta batimetri dua dimensi dalam skala terbaca dengan hasil kedalaman memiliki titik terendah adalah 7 meter, dan titik kedalaman paling tinggi adalah 24 meter menjadikanya tergolong perairan laut yang relatif dangkal dengan kontur batimetri yang landai karena tidak terdapat palung yang terdeteksi

pada dasar perairan. Pada daerah dekat pantai yang ditandai dengan warna biru yang lebih terang merupakan area dengan nilai kedalaman yang rendah dalam artian wilayah tersebut merupakan wilayah yang dangkal, sedangkan untuk warna biru gelap merupakan area dengan nilai kedalaman yang tinggi dalam artian wilayah tersebut merupakan wilayah yang dalam. Sehingga dapat disimpulkan semakin jauh dari pantai maka akan semakin bertambah kedalamannya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.

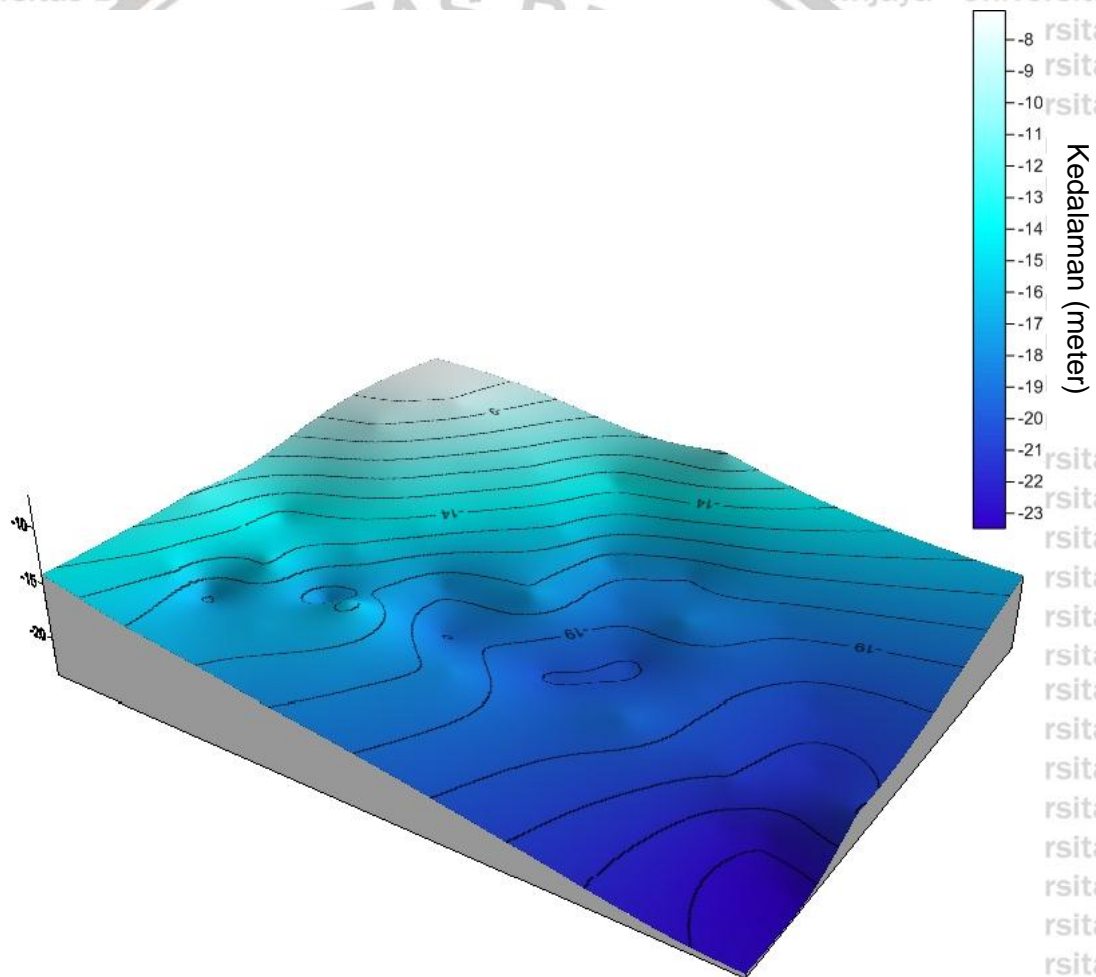


Gambar 9. Peta Batimetri Dua Dimensi Data Lapang

4.2.2 Peta Batimetri Tiga Dimensi

Pada peta batimetri tiga dimensi dalam skala terbaca dengan hasil kedalaman memiliki titik terendah adalah 8 meter, dan titik kedalaman paling tinggi adalah 22 meter menjadikannya tergolong perairan laut yang relatif dangkal dengan kontur batimetri yang sedikit terlihat ada beberapa wilayah yang memiliki

kedalaman yang lebih rendah karena tidak terdapat beberapa gundukan yang terdeteksi pada dasar perairan. Pada peta batimetri tiga dimensi dengan warna biru terang merupakan wilayah dengan nilai batimetri yang lebih rendah atau bisa diartikan bahwa wilayah tersebut merupakan wilayah yang dangkal, berbanding terbalik dengan wilayah yang memiliki warna biru gelap, semakin gelap warnanya maka semakin tinggi nilai kedalamannya yang bisa diartikan bahwa wilayah atau area tersebut adalah area yang dalam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



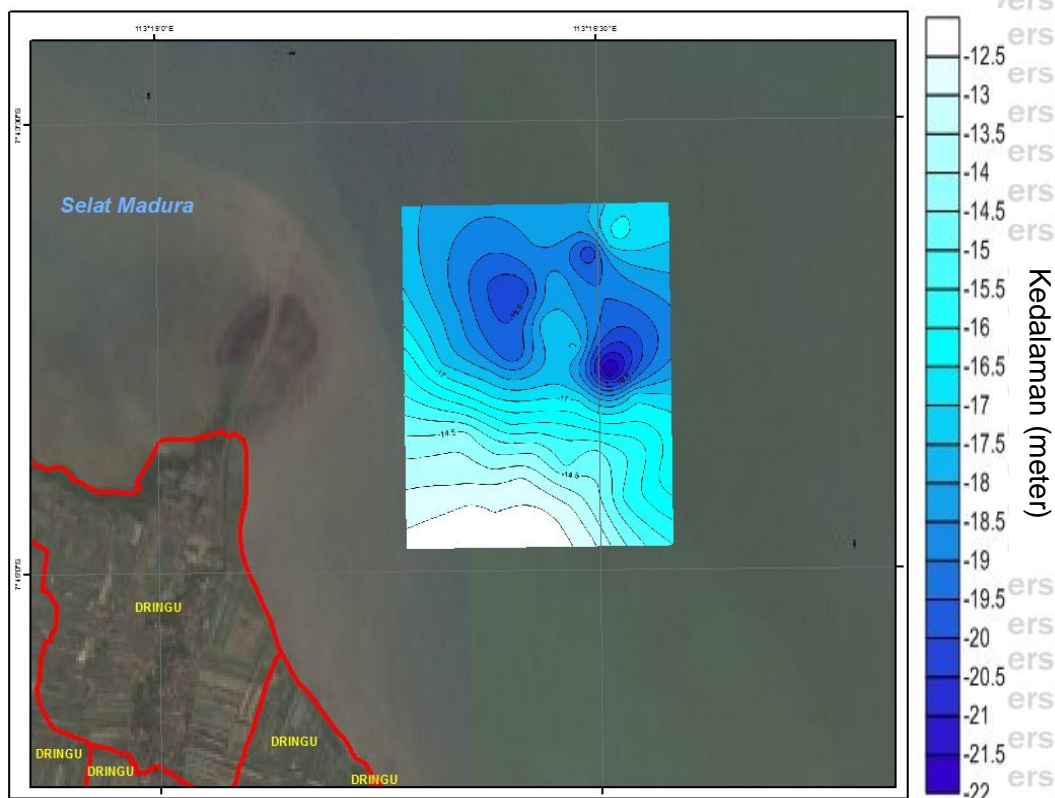
Gambar 10. Peta 3D Data Lapang

4.3 Data Hasil Batimetri Citra Satelit Landsat-8

Data batimetri dari landsat-8 merupakan hasil dari serangkaian pengolahan data dari persamaan regresi data kedalaman relative dan data kedalaman insitu kedalam data kedalaman relatif. Berikut ini adalah hasil dari pengolahan data citra satelit Landsat-8 yang telah diubah menjadi tampilan tiga dimensi.

4.3.1 Peta Batimetri Dua Dimensi

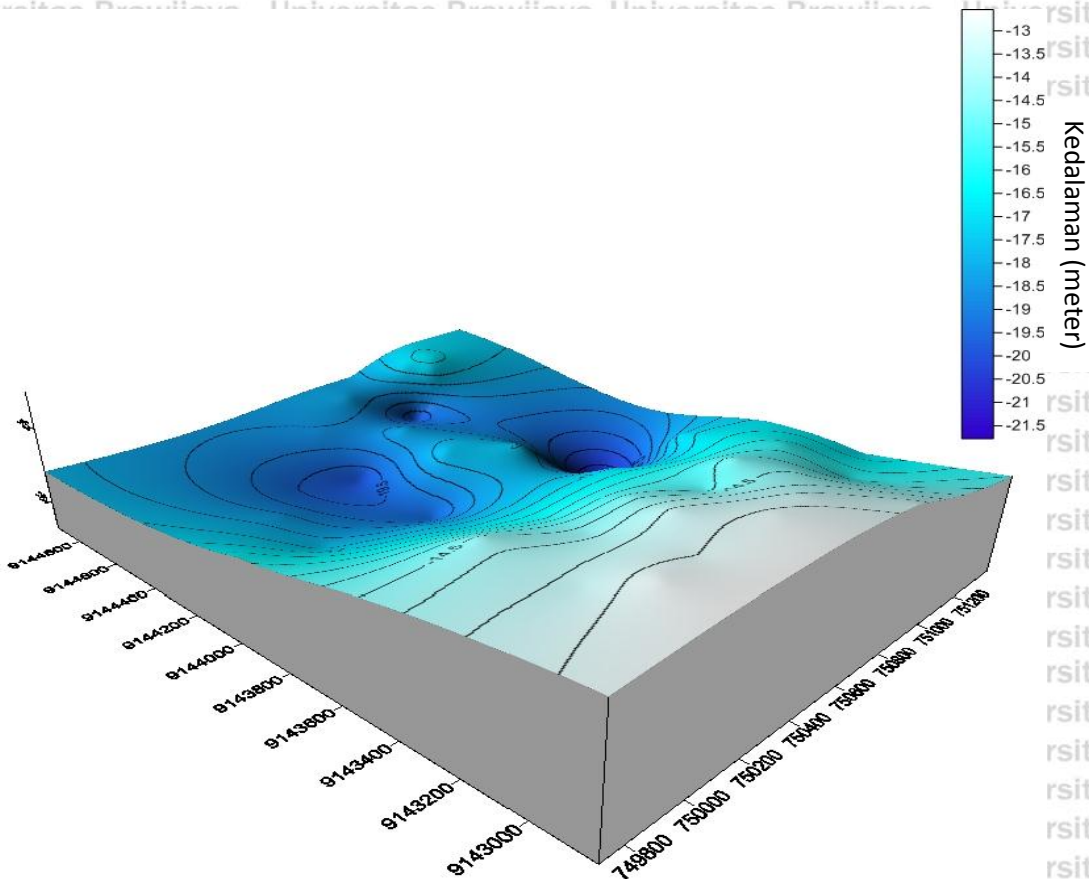
Pada peta batimetri tiga dimensi dalam skala terbaca dengan hasil kedalaman memiliki titik terendah adalah 12,5 meter, dan titik kedalaman paling tinggi adalah 22 meter, yang menjadikanya tergolong kedalam suatu perairan laut yang memiliki kedalaman relatif dangkal dengan bentuk kontur batimetri memiliki beberapa area yang lebih dalam dari daerah disekitarnya. Sehingga bentuk dari kontur dasar lautnya terlihat tidak rata dan terdapat lubang-lubang yang merupakan wilayah yang lebih dalam dari yang ada disekitarnya. Pada peta batimetri dua dimensi citra satelit area dengan warna biru terang merupakan daerah yang dangkal dengan nilai kedalaman yang lebih rendah dan wilayah yang memiliki warna biru gelap merupakan wilayah yang lebih dalam dengan nilai kedalaman yang tinggi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Peta Batimetri Dua Dimensi Citra Satelit

4.3.2 Peta Batimetri Tiga Dimensi

Pada peta batimetri tiga dimensi dalam skala terbaca dengan hasil kedalaman memiliki titik terendah adalah 13 meter, dan titik kedalaman paling tinggi adalah 21,5 meter menjadikannya tergolong kedalam perairan laut yang relatif dangkal. Karena peta batimetri dalam bentuk tiga dimensi menjadikannya dapat terlihat jelas kontur batimetri yang memiliki beberapa area yang lebih dalam dari daerah disekitarnya, sehingga konturnya dasar laut yang terlihat berlubang-lubang. Pada daerah yang memiliki warna biru terang merupakan wilayah yang dangkal dengan nilai kedalaman yang relatif rendah, sedangkan untuk wilayah dengan warna biru gelap merupakan wilayah yang dalam dengan nilai kedalaman yang tinggi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Peta 3D Data Citra Satelit Landsat-8

4.4 Perbedaan Peta Dua Dimensi Lapang dan Dua Dimensi Data Citra

Perbedaan dari peta batimetri dua dimensi dan tiga dimensi dari data lapang dengan peta batimetri dua dimensi dan tiga dimensi dari data citra satelit Landsat-8 adalah, pada data lapang peta dua dimensinya terlihat kemiringan dasar perairan (*Slope*) lebih landai dan konturnya rata dengan warna skala kedalaman yang merata dan beraturan, menunjukkan bahwa pada peta batimetri pada data lapang memiliki kontur kedalaman yang dinamis, akan tetapi berbeda dengan peta batimetri dua dimensi yang didapatkan dari pengolahan data citra, keiringan dasar perairan (*Slope*) terlihat landai namun terlihat kurang rata karena terdapat beberapa wilayah yang agak dalam sehingga terlihat seperti sebuah

lubang-lubang dasar laut. Pada peta menunjukkan bahwa warna dari peta batimetri dua dimensi memiliki warna yang lebih gelap di beberapa wilayah yang memiliki biru agak terang. Perbedaan ini mungkin terjadi karena pada data citra diambil masih terdapat tutupan awan atau konsentrasi sedimentasi yang tinggi sehingga cahaya matahari tidak begitu bisa menembus kolom perairan, sehingga ada beberapa data yang mengalami error.

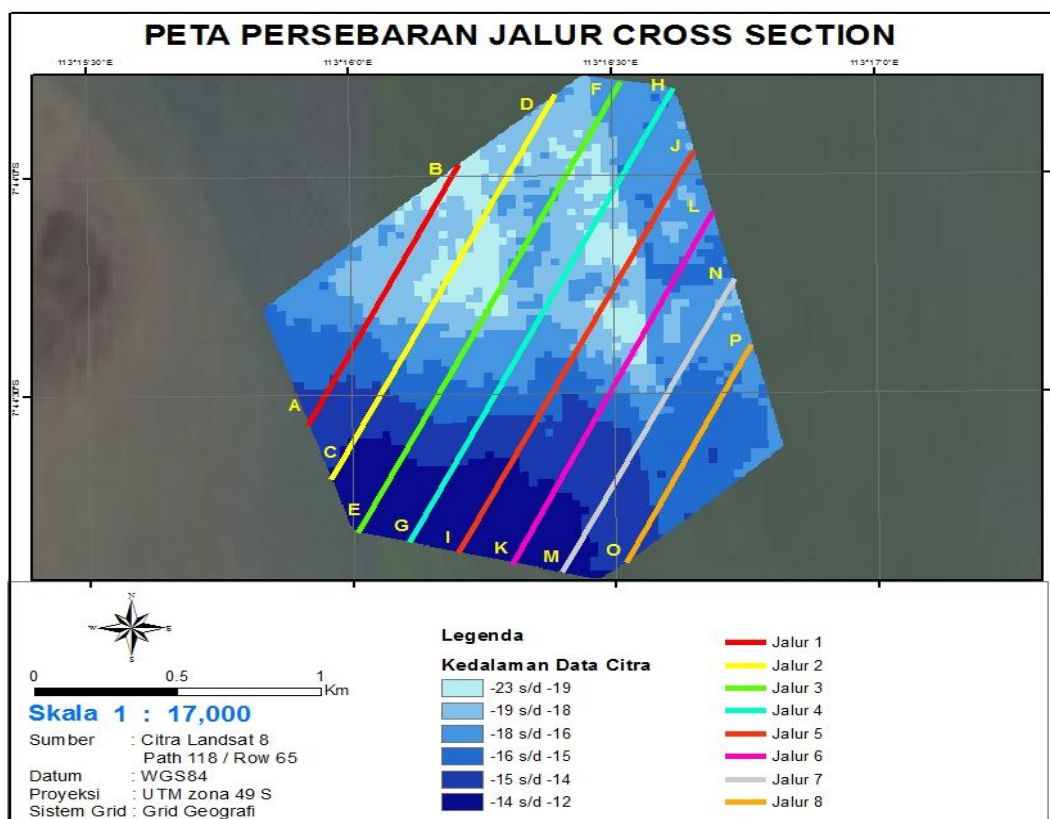
4.5 Perbedaan Peta Tiga Dimensi Lapang dan Dua Dimensi Data Citra

Pada peta tiga dimensi data lapang dan data citra satelit memiliki perbedaan bentuk kontur yang signifikan dan begitu mencolok. Pada kemiringan dasar perairan (*Slope*) terlihat sangat landai dan konturnya yang agak rata, dari segi warna menunjukkan pola sebaran warna yang merata, namun berbeda dengan yang terlihat pada peta batimetri tiga dimensi pada data citra satelit Landsat-8 yang kemiringan dasar perairannya (*Slope*) terlihat landai, akan tetapi pada beberapa wilayah dipeta batimetri tiga dimensi sangat terlihat jelas adanya beberapa wilayah yang agak dalam sehingga terlihat seperti lubang-lubang yang agak dalam, dari segi warna sangat terlihat jelas bahwa pada wilayah dengan warna biru agak terang memiliki warna yang biru agak gelap. Perbedaan mungkin terjadi karena pada data citra diambil masih terdapat tutupan awan atau konsentrasi sedimentasi yang tinggi sehingga cahaya matahari tidak begitu bisa menembus kolom perairan, sehingga ada beberapa data yang mengalami error.

4.6 Cross Section Kedalaman Data Lapang dan Data Citra

Pada data batimetri Kecamatan Dringu yang telah dilakukan pengolahan data dan pemasukan algoritma Van Hangel dan Spitzer, tahap selanjutnya adalah membuat *cross section* pada setiap jalur yang bertujuan untuk mempermudah dalam melihat potongan melintang secara vertikal dari bentuk suatu dasar perairan dari perairan Kecamatan Dringu menggunakan aplikasi 3D

Analyst Tools pada ArcGis 10.1. Perairan Kecamatan Dringu akan dibagi menjadi 8 jalur *cross section* agar wilayah penelitian dapat terwakili bentuk dasar perairannya secara vertikal, *cross section* jalur pertama akan ditandai dengan titik A menuju titik B, titik C menuju titik D, titik E menuju titik F, titik G menuju titik H, titik I menuju titik J, titik K menuju titik L, titik M menuju titik N, titik O menuju titik P. Nilai yang didapatkan dari proses penarikan garis akan dimasukkan pada aplikasi *3D Analyst Tools* pada ArcGis 10.1 sehingga data akan diproses dan data akan ditampilkan dalam bentuk potongan melintang secara vertikal suatu kontur dasar perairan. *Cross section* mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya adalah mampu memberikan informasi tentang kemiringan lereng (slope) dasar perairan dengan mudah dan memiliki gambaran dua dimensi yang mencerminkan batimetri perairan Kecamatan Dringu dengan baik. berikut ini adalah tampilan pembagian wilayah *cross section* dapat dilihat pada Gambar 13.



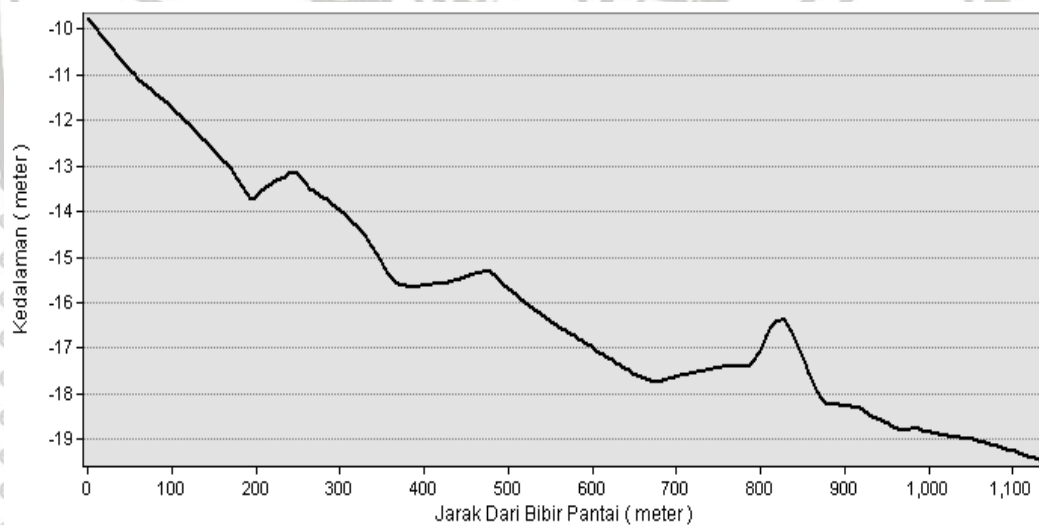
Gambar 13. Peta Sebaran Jalur *Cross Section*

4.7 Cross Section

Pada pengolahan data kedalaman lapang dan data kedalaman citra menggunakan cross section yang bertujuan untuk menampilkan bentuk dasar perairan secara horizontal yang berupa potongan melintang dari kontur batimetri Kecamatan Dringu sesuai dengan titik yang ditentukan, sehingga dapat diketahui secara pasti bentuk dan jenis (Slope) dasar perairan.

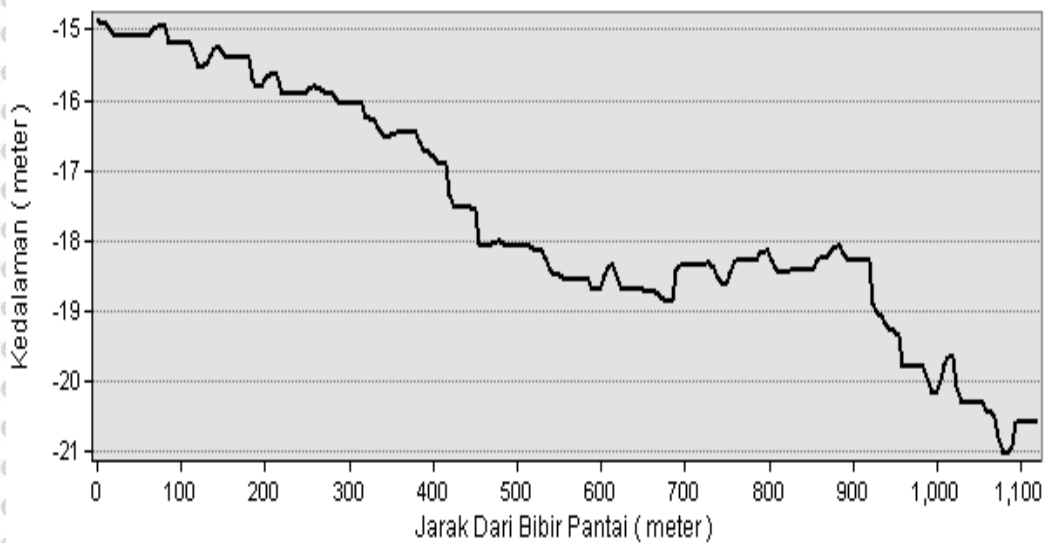
4.7.1 Cross Section Data Lapang dan Data Citra Jalur 1

Berdasarkan pengolahan cross section pada data kedalaman lapang dan data kedalaman citra jalur 1. Pada data kedalaman lapang, bentuk dasar perairan dringu tergolong terjal dengan lereng yang cukup miring. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Cross Section Data Lapang Jalur 1

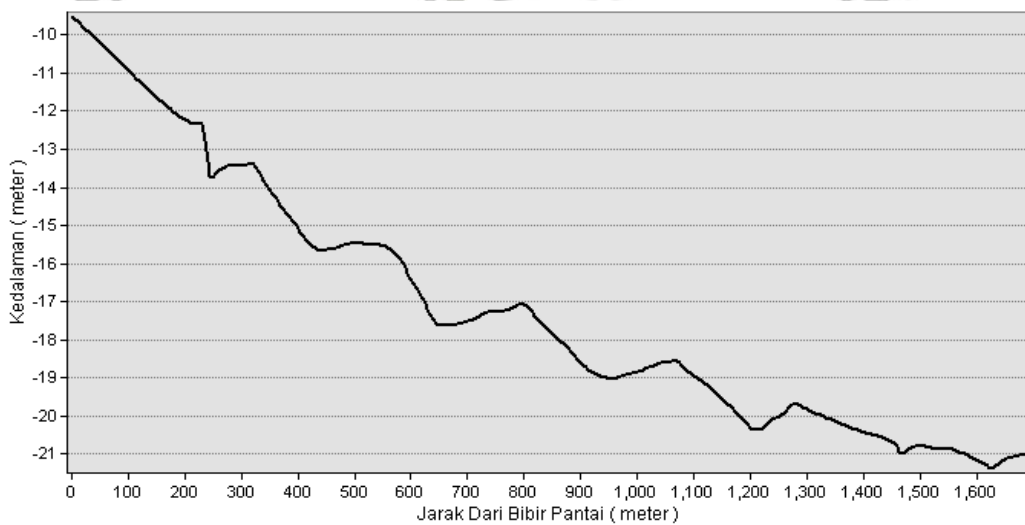
Pada data kedalaman citra jalur 1 pada cross section memiliki kemiripan dalam hal kemiringan lereng dengan data kedalaman lapang, namun pada data kedalaman citra konturnya terlihat tidak beraturan pada dasar perairannya seperti yang dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Cross Section Data Citra Jalur 1

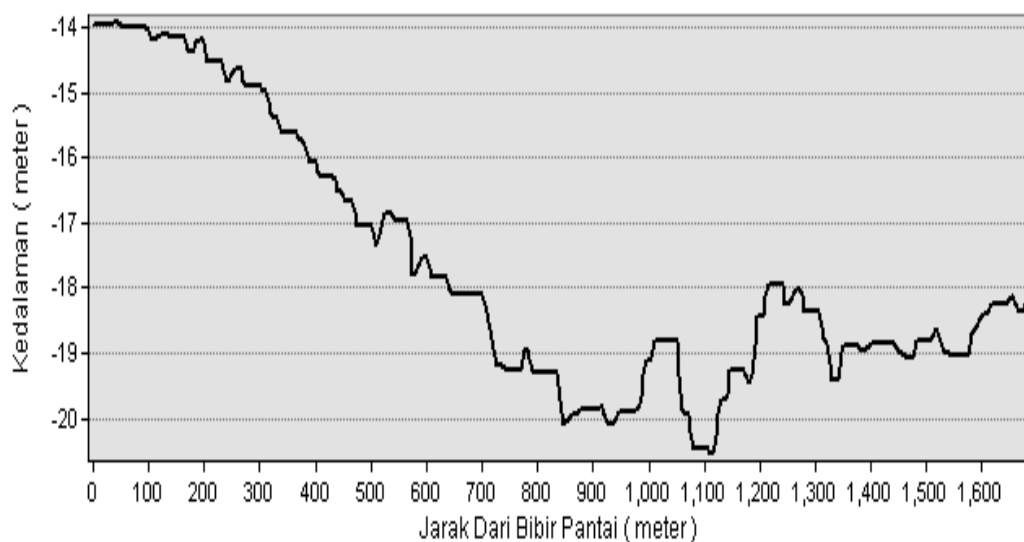
4.7.2 Cross Section Data Lapang dan Data Citra Jalur 2

Berdasarkan pengolahan cross section pada data kedalaman lapang dan data kedalaman citra jalur 2. Pada data kedalaman lapang, bentuk dasar perairan dringu tergolong terjal dan terlihat gundukan-gundukan dasar perairan yang cukup meruncing dengan lereng yang cukup miring. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Cross Section Data Lapang Jalur 2

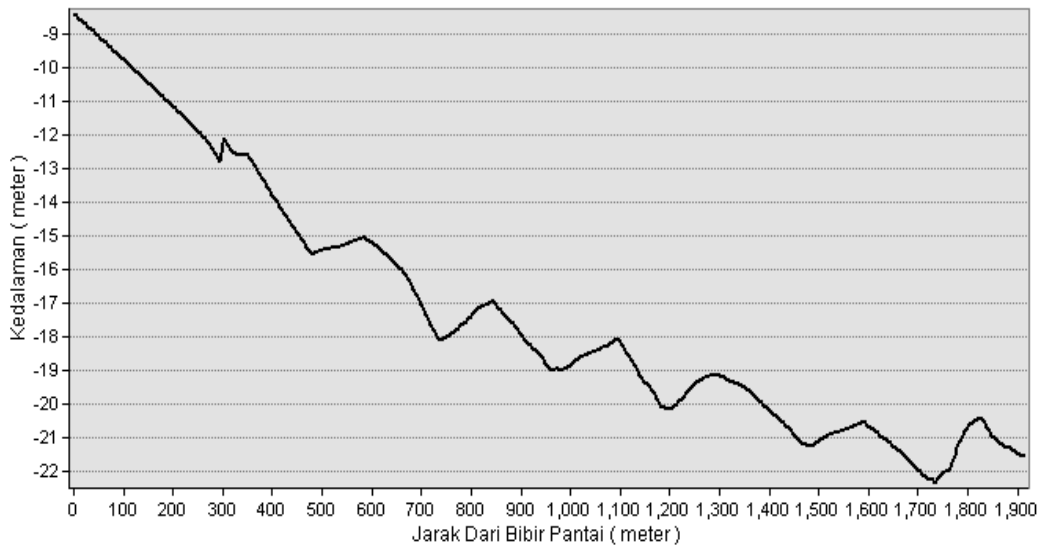
Pada data kedalaman citra jalur 2 pada cross section memiliki kemiringan dalam hal kemiringan lereng dengan data kedalaman lapang, namun pada data kedalaman citra konturnya terlihat sangat tidak beraturan pada dasar perairannya dan terlihat seperti bergerigi seperti yang dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Cross Section Data Citra Jalur 2

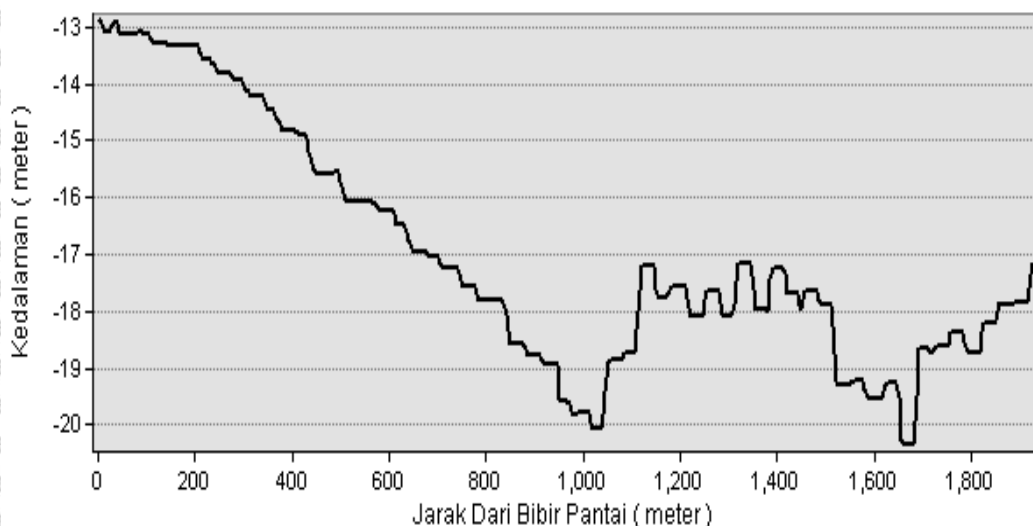
4.7.3 Cross Section Data Lapang dan Data Citra Jalur 3

Berdasarkan pengolahan cross section pada data kedalaman lapang dan data kedalaman citra jalur 3. Pada data kedalaman lapang, bentuk dasar perairan dringu tergolong terjal dan terlihat gundukan-gundukan dasar perairan yang cukup meruncing dengan lereng yang cukup miring. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Cross Section Data Lapang Jalur 3

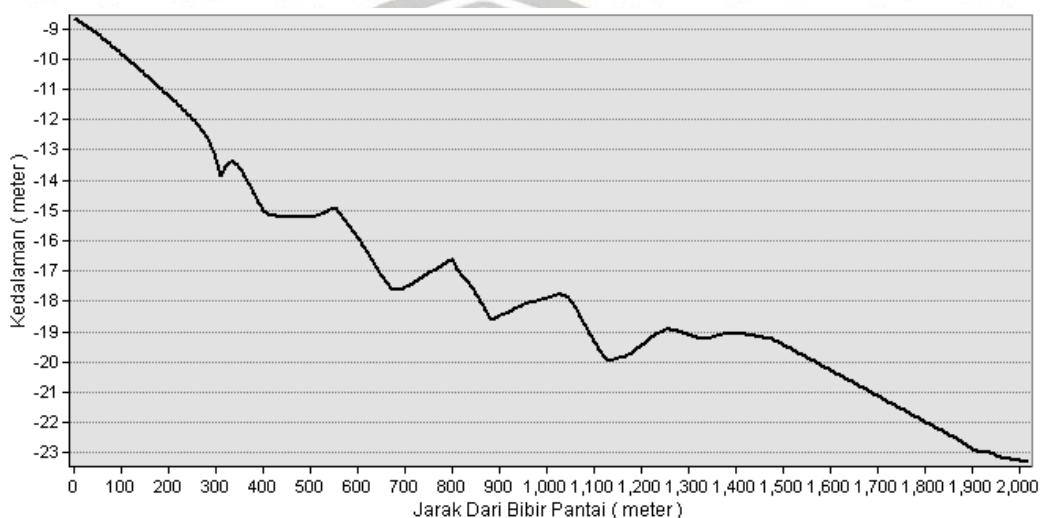
Pada data kedalaman citra jalur 3 pada cross section memiliki kemiripan dalam hal kemiringan lereng dengan data kedalaman lapang, namun pada data kedalaman citra konturnya terlihat tidak beraturan dan bergerigi pada dasar perairanya, serta terdapat lengkungan yang cukup dalam seperti yang dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. Cross Section Data Citra Jalur 3

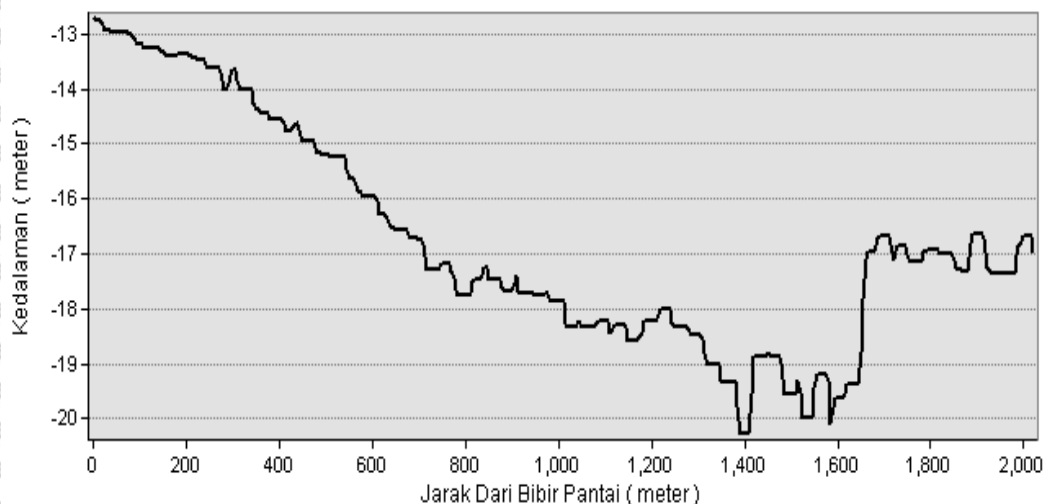
4.7.4 Cross Section Data Lapang dan Data Citra Jalur 4

Berdasarkan pengolahan cross section pada data kedalaman lapang dan data kedalaman citra jalur 4. Didapatkan hasil sebagai berikut. Pada data kedalaman lapang, bentuk dasar perairan dringku tergolong terjal dan terlihat gundukan-gundukan dasar perairan yang cukup meruncing dengan lereng yang cukup miring. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 20.



Gambar 20, Cross Section Data Lapang Jalur 4

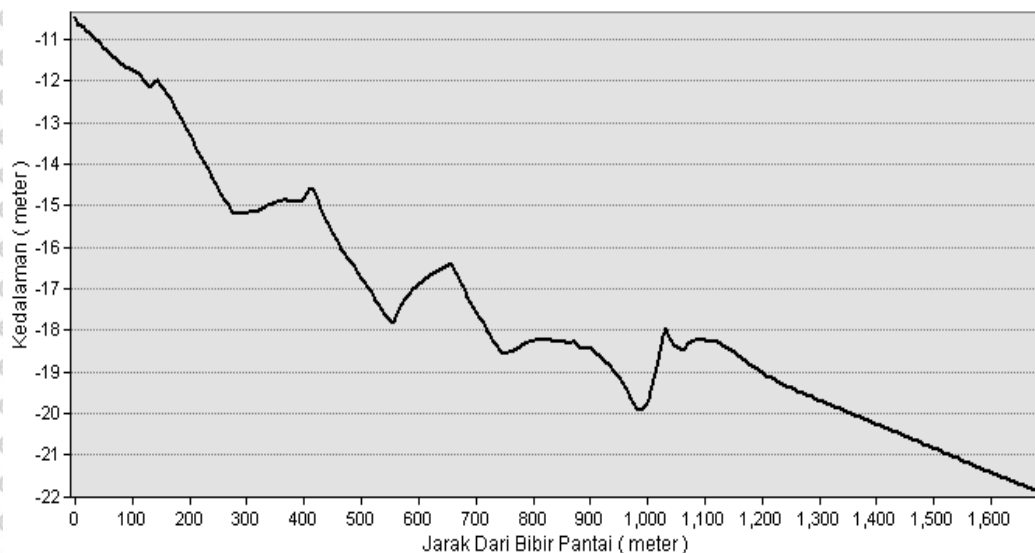
Pada data kedalaman citra jalur 4 pada cross section memiliki kemiripan dalam hal kemiringan lereng dengan data kedalaman lapang, namun pada data kedalaman citra konturnya terlihat tidak beraturan dan terdapat beberapa lengkungan dasar perairan yang agak dalam dari sekitarnya. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 21.



Gambar 21. Cross Section Data Citra Jalur 4

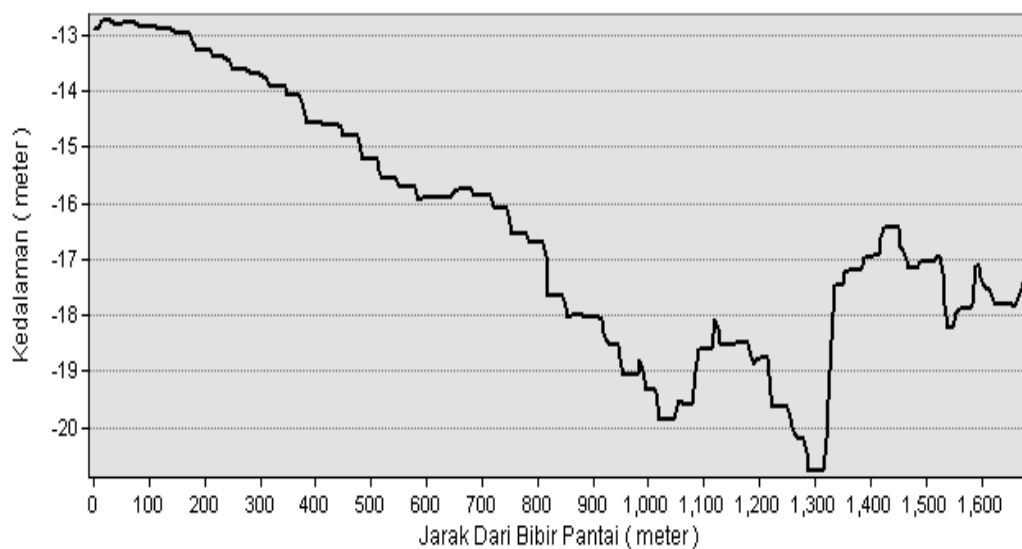
4.7.5 Cross Section Data Lapang dan Data Citra Jalur 5

Berdasarkan pengolahan cross section pada data kedalaman lapang dan data kedalaman citra jalur 5. Pada data kedalaman lapang, bentuk dasar perairan dringu tergolong terjal dan terlihat gundukan-gundukan dasar perairan dengan lereng yang cukup miring. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 22.



Gambar 22. Cross Section Data Lapang Jalur 5

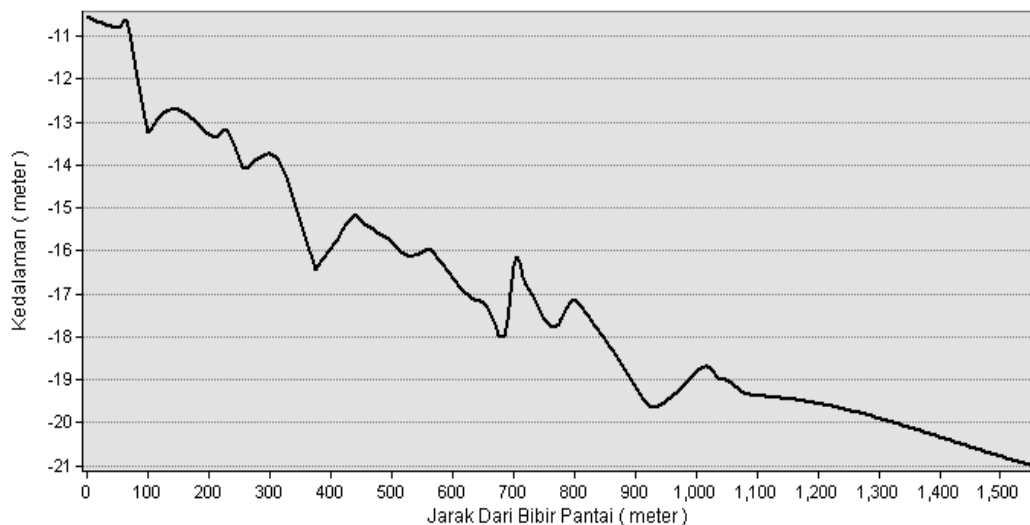
Pada data kedalaman citra jalur 5 pada cross section memiliki kemiripan dalam hal kemiringan lereng dengan data kedalaman lapang, namun pada data kedalaman citra konturnya terlihat tidak beraturan pada dasar perairannya seperti yang dapat dilihat pada gambar 23.



Gambar 23. Cross Section Data Citra Jalur 5

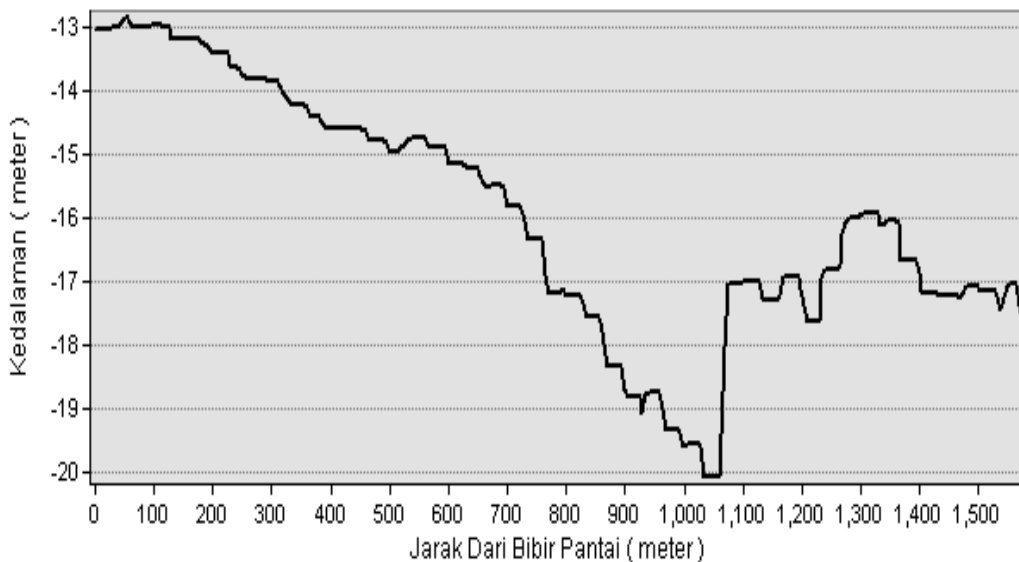
4.7.6 Cross Section Data Lapang dan Data Citra Jalur 6

Berdasarkan pengolahan cross section pada data kedalaman lapang dan data kedalaman citra jalur 6. Pada data kedalaman lapang, bentuk dasar perairan dringu tergolong terjal dan terlihat gundukan-gundukan dasar perairan yang cukup meruncing dengan lereng yang cukup miring. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 24.



Gambar 24. Cross Section Data Lapang Jalur 6

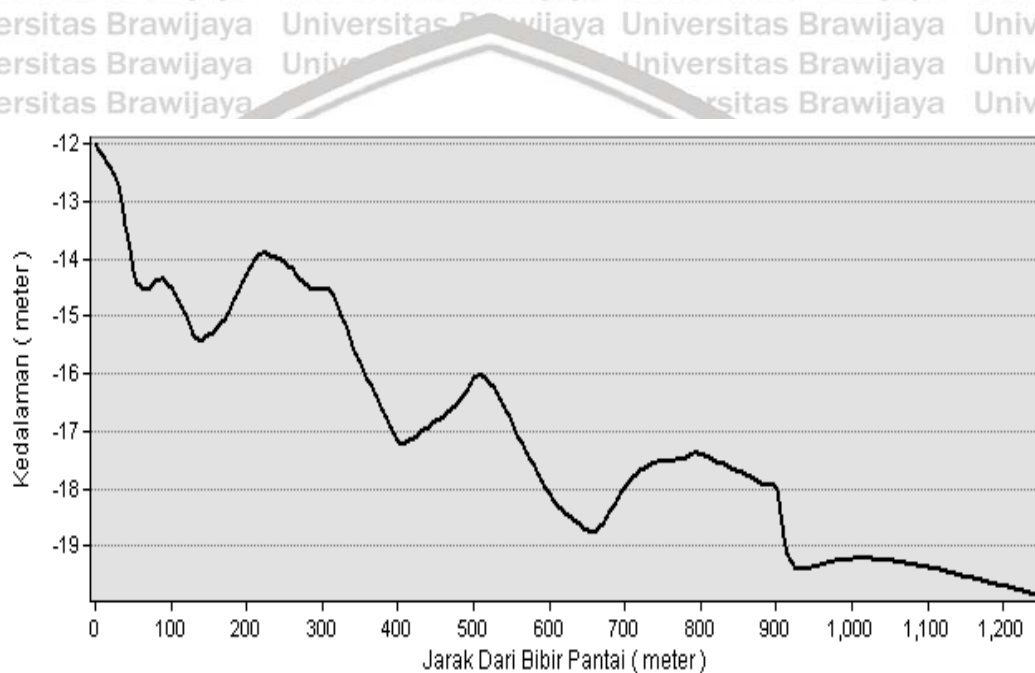
Pada data kedalaman citra jalur 1 pada cross section memiliki Perbedaan dalam hal kemiringan lereng dengan data kedalaman lapang, namun pada data kedalaman citra konturnya terlihat tidak beraturan serta terdapat lengkungan yang dalam pada dasar perairannya, seperti yang dapat dilihat pada gambar 25.



Gambar 25. Cross Section Data Citra Jalur 6

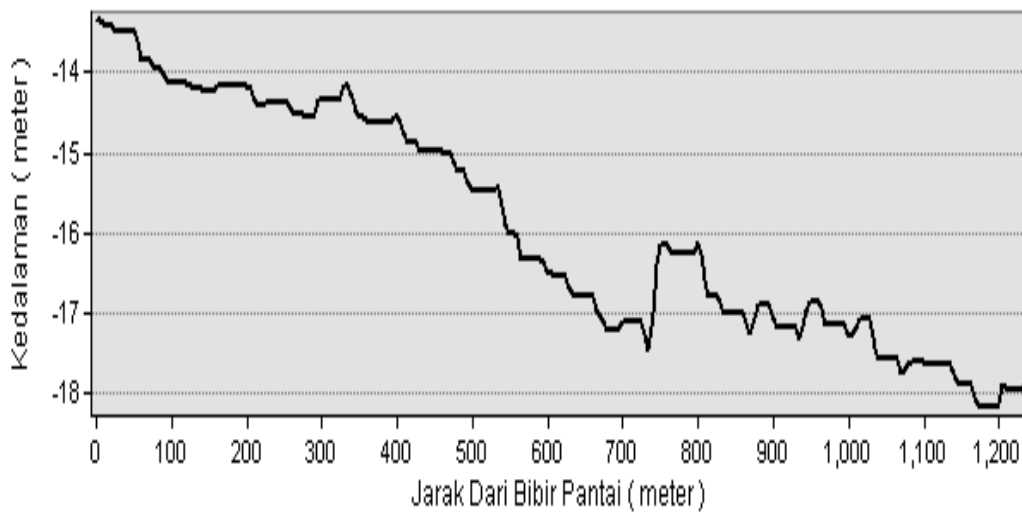
4.7.7 Cross Section Data Lapang dan Data Citra Jalur 7

Berdasarkan pengolahan cross section pada data kedalaman lapang dan data kedalaman citra jalur 7. Pada data kedalaman lapang, bentuk dasar perairan dringu tergolong terjal dan terlihat cukup banyak gundukan-gundukan pada kontur dasar perairannya, dan cukup meruncing dengan lereng yang cukup miring. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 26.



Gambar 26. Cross Section Data Lapang Jalur 7

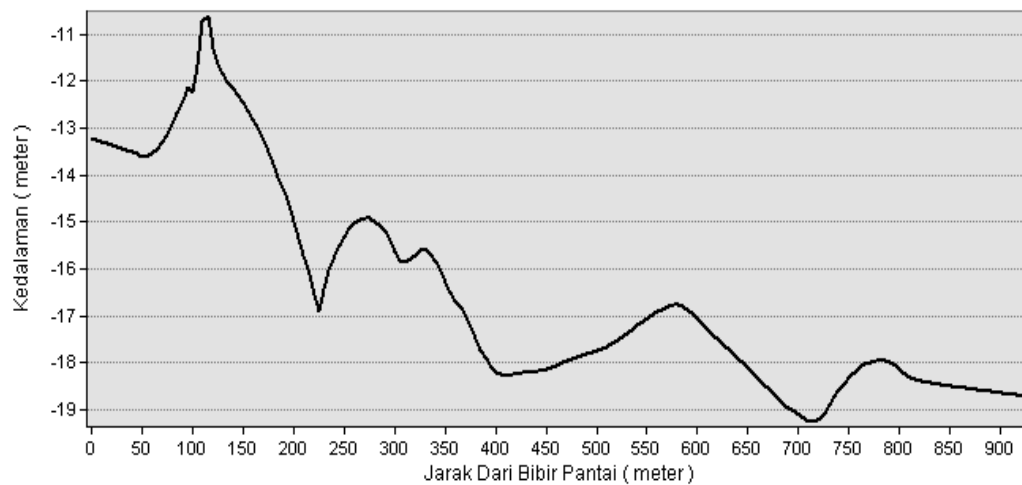
Pada data kedalaman citra jalur 7 pada cross section memiliki kemiripan dalam hal kemiringan lereng dengan data kedalaman lapang, namun pada data kedalaman citra konturnya terlihat tidak beraturan dan bergerigi pada dasar perairannya seperti yang dapat dilihat pada gambar 27.



Gambar 27. Cross Section Data Citra Jalur 7

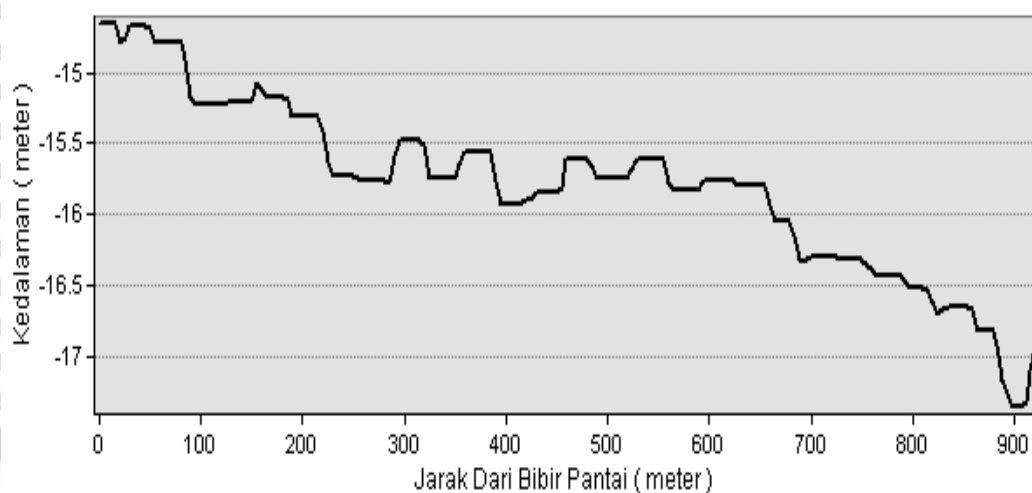
4.7.8 Cross Section Data Lapang dan Data Citra Jalur 8

Berdasarkan pengolahan cross section pada data kedalaman lapang dan data kedalaman citra jalur 8. Pada data kedalaman lapang, bentuk dasar perairan dringu tergolong sangat terjal dan terlihat gundukan-gundukan dasar perairan yang cukup tinggi dan meruncing dengan lereng yang cukup miring. Seperti yang dapat dilihat pada gambar 28.



Gambar 28. Cross Section Data Lapang Jalur 8

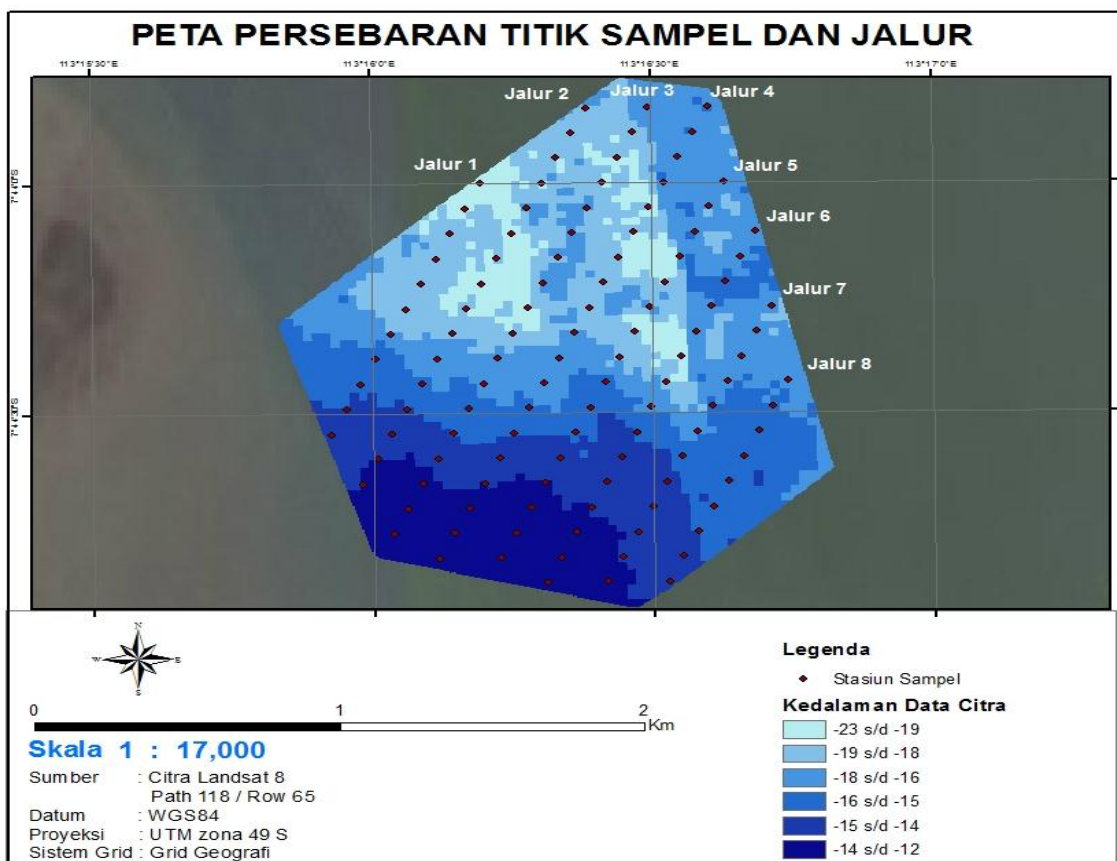
Pada data kedalaman citra jalur 8 pada cross section memiliki Perbedaan dalam hal kemiringan lereng dengan data kedalaman lapang, namun pada data kedalaman citra konturnya terlihat tidak beraturan pada dasar perairannya seperti yang dapat dilihat pada gambar 29.



Gambar 29. Cross Section Data Citra Jalur 8

4.8 Analisa Statistik Secara Keseluruhan

Pada data batimetri citra satelit Landsat-8 dilakukan proses analisa statistik terhadap data kedalaman insitu dengan cara membuat model regresi pada setiap jalur pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan dengan melakukan pemilihan titik sampel menggunakan metode *Stratified Random Sampling* dengan cara menentukan jarak antar titik jalur pengambilan sampel 100 meter pada tiap jalurnya, proses penentuan pengambilan jalur pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan *Featur Hawth Tools* pada software ArcGis 10.1. Dari serangkaian pengolahan data yang dilakukan didapatkan peta sebaran titik sampel dan jalur pada Gambar 30.

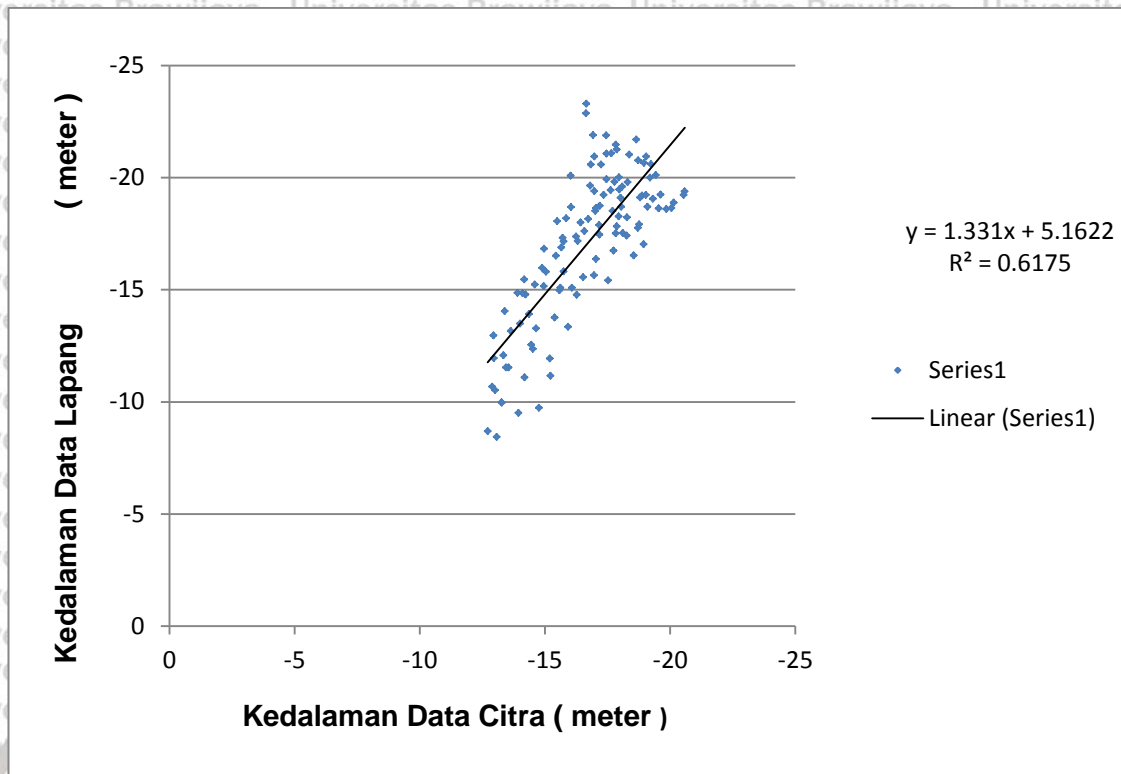


Gambar 30. Peta Persebaran Titik Sampel Dan Jalur

Hasil dari berbagai pengolahan data didapatkan dua buah grafik yaitu grafik regresi dan grafik residual yang bias dilihat pada Gambar 31 dan Gambar 32. Pada kedalaman 0 sampai 25 meter dihasilkan beberapa titik sampel yang berjumlah 116 yang didapatkan dari jalur 1 hingga jalur 8. Nilai kedalaman yang terkandung pada tabel tersebut berasal dari proses regresi linear. Dari proses regresi ini didapatkan $y = 1.331x + 5.1622$ dengan koefisien regresi bernilai positif, hal ini menunjukkan hubungan berbanding lurus antara nilai data kedalaman lapang dan data kedalaman citra. Sedangkan nilai R^2 sebesar 0.61, *Multiple R* sebesar 0,78 dan *Standart Error* sebesar 2,11, dimana R^2 berfungsi untuk mengukur tingkat keberhasilan dari data yang dilakukan regresi dalam memprediksi nilai variabel dependen, *Multiple R* merupakan suatu ukuran untuk

mengukur tingkat keeratan hubungan linear antara variabel terkait dengan seluruh variabel bebas secara bersama-sama, dan *Standart Error* adalah standar deviasi rata-rata dari data.

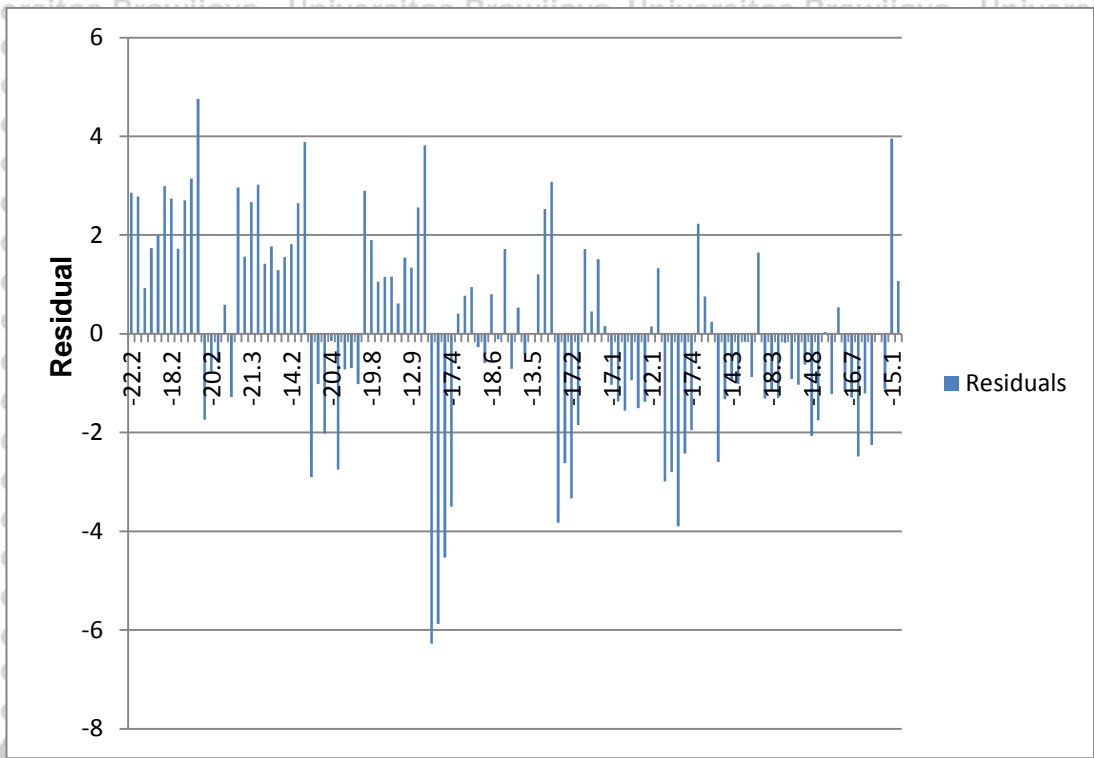
Dari hasil pengolahan regresi ini didapatkan nilai R^2 sebesar 0.61 (Gambar 31), yang menunjukkan bahwa nilai variabel data kedalaman citra satelit Landsat-8 mampu menjelaskan variabel data kedalaman lapang sebesar 0,61 (61%). Dari nilai *Multiple R* sebesar 0,78 menunjukkan bahwa data kedalaman lapang dan data kedalaman dari citra satelit Landsat-8 sangat erat hubungannya. Nilai *Standart Error* yang didapatkan sebesar 2,11 (21%) menunjukkan bahwa dalam proses prediksi nilai kedalaman yang sebenarnya menggunakan regresi memiliki ketepatan yang bisa dipertanggung jawabkan. dari nilai *Standart Error* sebesar 21% mungkin bisa disebabkan oleh faktor alam yang ada pada lokasi penelitian diantaranya adalah faktor tutupan awan dan kandungan sedimentasi dalam air yang cukup tinggi sehingga mengakibatkan nilai hasil perekaman dari citra satelit terdapat eror yang tidak sesuai dengan nilai yang sebenarnya. Hasil dari pengolahan regresi dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 31. Grafik Regresi

Pada grafik regresi linear menunjukkan bahwa titik-titik data berada pada sekitar garis diagonal, ini menunjukkan bahwa adanya hubungan keeratan dan hubungan keterkaitan yang kuat antara data lapang dan data citra satelit Landsat-8.

Pada analisis regresi linear juga menghasilkan residual (Gambar 32) yang diperoleh dari selisih nilai data lapang (y) yang dihasilkan dari perhitungan persamaan garis regresi dengan memasukkan nilai data citra (x) yang diperoleh dari nilai titik-titik sampel yang ada pada tiap stasiun. Nilai dari data residu dapat bernilai positif atau negative. Berdasarkan nilai yang diperoleh dari nilai grafik residual semakin kuat hubungannya antara data lapang dengan data citra satelit jika kisaran nilai residual semakin kecil.



Gambar 32. Grafik Residual

Nilai residual yang bernilai negatif merupakan nilai kedalaman hasil pengolahan data citra satelit memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai kedalaman yang sebenarnya, residual yang bernilai positif merupakan nilai hasil pengolahan data citra satelit yang memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai kedalaman yang sebenarnya. Semakin kecil nilai eror dan nilai dari residual maka nilai kedalaman air absolut yang dihasilkan semakin mendekati nilai kedalaman yang sebenarnya seperti yang ada di lokasi penelitian.

4.9 Hasil Analisis

Informasi kedalaman suatu perairan atau batimetri sangat penting untuk menunjang berbagai kegiatan bidang kelautan. Data batimetri biasanya dikumpulkan dari survei lapangan menggunakan perangkat akustik yang

berkonsekuensi pada besarnya waktu, tenaga dan biaya. Teknologi penginderaan jauh memberikan alternatif penyediaan data batimetri secara umum. Citra satelit optik mempunyai kemampuan secara terbatas untuk menggambarkan batimetri umum di wilayah perairan dangkal dengan menggunakan Algoritma Transformasi Rotasi Van Hangel dan Spitzer.

Penggunaan metode penginderaan jauh untuk perairan <25 meter pada perairan dangkal Kecamatan Dringu dapat dinilai bagus karena memiliki hubungan yang cukup bagus. Hasil analisis menunjukkan koefisien korelasi $R^2 = 0.61$. pada angka tersebut menunjukkan bahwa estimasi nilai kedalaman yang cukup bagus dalam prediksi nilai kedalaman perairan dringu, nilai *Multiple R* sebesar 0,78, sedangkan dengan nilai *standart error* sebesar 21 %. Hal ini menunjukkan bahwa data dari citra satelit Landsat-8 sangat berpotensi untuk mengekstraksi informasi batimetri dan variasi eror yang dihasilkan oleh beberapa faktor yang sangat berpengaruh berdasarkan kualitas data citra yang digunakan (Setiawan et al, 2014). Pada perairan Bangsring, Kabupaten Banyuwangi, hasil analisa regresi menunjukkan nilai determinasi R^2 sebesar 0,70 (70%), nilai *Multiple R* sebesar 0,84 manunjukkan keertan antar data yang kuat, dan nilai *Standart Error* sebesar 36 % (Putri, 2017). Perbedaan yang dihasilkan pada penelitian ini mungkin disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya adalah, kedalaman perairan, kejernihan perairan, dan komposisi substrat homogen (Budiman et al, 2013). Pada perairan Bangsring Kabupaten Banyuwangi merupakan perairan yang agak dalam dan sangat jernih karena merupakan daerah perairan dengan substrat berpasir, sedangkan pada perairan Dringu memiliki perairan dengan tingkat kedalaman yang yang rendah dan kondisi kejernihan perairan yang kurang karena banyak sekali sedimentasi pada kolom perairanya yang bisa mengganggu satelit dalam proses perekaman data dilapangan.

BAB 5. PENUTUP

Didalam penelitian dan pengambilan data lapang pada penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

5.1 Kesimpulan

1. Dari pengolahan data lapang yang didapatkan dan diolah, dapat disimpulkan bahwa pola kontur batimetri terlihat landai dan sedikit terdapat gundukan-gundukan pada dasar perairanya. Semakin bertambah dalam sesuai dengan jarak dari garis pantai, semakin dekat dengan garis pantai maka nilai kedalamannya akan semakin rendah dan bersifat dangkal, begitupun sebaliknya jika semakin jauh jaraknya dari garis pantai maka akan semakin tinggi nilainya dan kedalamannya bertambah. Nilai kedalaman minimal yang didapatkan dari data lapang adalah 8 meter, sedangkan nilai kedalaman maksimal yang didapatkan adalah 22 meter.
2. Dari data citra satelit Landsat-8 yang didapatkan dan telah dilakukan pengolahan dapat disimpulkan bahwa pola kontur batimetri yang tidak begitu rata karena terdapat beberapa dasar laut yang agak dalam berbentuk seperti lubang-lubang yang terlihat di beberapa tempat pada peta. Nilai kedalaman terendah yang telah terdeteksi adalah 13 meter, sedangkan nilai kedalaman maksimal yang telah terdeteksi adalah 21,5 meter.
3. Pada penelitian ini berada dibawah kelaman <25 meter didapatkan hasil R^2 sebesar 0.6175, menunjukkan bahwa nilai variabel data kedalaman citra satelit Landsat-8 cukup mampu dalam menjelaskan variabel data kedalaman lapang sebesar 0,61 (61%). Dari nilai *Multiple R* sebesar 0,78 menunjukkan bahwa data kedalaman lapang dan data kedalaman dari citra satelit Landsat-

8 sangat erat hubungannya, sedangkan untuk nilai *Standart Error* sebesar 2,1 (21%). Menurut Putri (2017), menyatakan bahwa pada daerah perairan Bangsring, Kabupaten Banyuwangi untuk nilai batimetri <25 meter memiliki nilai R^2 sebesar 0,70 (70%), nilai *Multiple R* sebesar 0,84, dan nilai *Multiple R* sebesar , nilai *Standart Error* sebesar 36%. Kedua nilai menunjukkan bahwa R^2 sama-sama mempunyai nilai yang cukup tinggi, nilai *Multiple R* juga menunjukkan hubungan keeratan yang tinggi, dan nilai *Standart Error* pada perairan Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo sebesar 21% dan pada perairan Bangsring Kabupaten Banyuwangi sebesar 36%, perbedaan besarnya eror mungkin disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah kejernihan perairan, besarnya laju sedimentasi dan tutupan awan pada saat download data citra satelit pada waktu hari dilakukanya penelian lapang, namun dalam proses prediksi nilai kedalaman yang sebenarnya menggunakan regresi linear memiliki ketepatan yang bisa dipertanggung jawabkan.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah, dibutuhkan sebuah data citra satelit Landsat yang benar-benar bersih dari awan terutama pada lokasi penelitian didaerah Dringu agar data yang didapat semakin akurat ketika dibandingkan denga data yang didapat dari lapang. Hasil penelitian ini hendaknya dapat dijadikan sebagai sebuah informasi dalam melakukan kegiatan pembangunan dermaga atau untuk informasi tentang batimetri daerah Dringu dan sekitarnya.

DAFTAR PUSTAKA

Agam, 2017. Apa Itu Batimetri . <http://geograph88.blogspot.co.id/2015/07/apa-itu-peta-batimetri.html?m=1>. Diakses pada tanggal 3 Juli 2017

Ahmad, 2014. Mekanisme Penggunaan Echosounder. <http://ahmadtarom51.blogspot.co.id/2014/06/v-behaviorurldefaultvmlo.html?m=1>. Diakses pada tanggal 3 Juli 2017

Budiman, S., Prayogo, T., Hamzah, R. 2013 *Pengembangan Metode Pendugaan Kedalaman Perairan Dangkal Menggunakan Dta a Spot-4 Study Kasus: Teluk Ratai, Kabupaten Pesawaran*. Peneliti Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh. LAPAN. Vol. 2 (No. 4): Hal. 6

Butler, M. J. A., Mouchot, C., Barote, V., Blanc, LC. 1988. *The Application of Remote Sensing Technology to Marine Fisheries*. An Introductory Manual. FAO Fisheries Technical Paper. Vol. 1 (No 3) : Hal. 295

Burczynski, J., Benyami. 1985. Finding Fish With Echosounder. FAO: ROMA

Davis Jr., R. A., 1972. Principles Of Oceanografi. Addison-Wesley Publishing Company. Inc. Philipines.

Dronkers, J. 1964. *Tidal Computations In Rivers And Coastal Waters*. North-Holland Publishing Company. Amsterdam. Vol 7 (No 4): Hal. 23

Fuad, M. A. Z., Sambah, A. B., Isdianto, A. Survey dan Identifikasi Potensi Penempatan Fish Apartemen di Pantai Utara Probolinggo. Laporan Penelitian Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelutan. Universitas Brawijaya

Fitriani, 2013. Mekanisme Kerja Satelit Landsat. <http://fitriani.blogspot.co.id/2013/07/penginderaan-jauh-remote-sensing.html?m=1>. Diakses pada tanggal 3 Juli 2017

Firdaus, H. 2008. Sistem Visualisasi Profil Dasar Laut dengan Menggunakan Echosounder. Tugas Akhir. Universitas Indonesia. Depok.

Guntur, D., Prasetyo, W. (2012). *Pemetaan Terumbu Karang Teori, Metode, dan Praktek*. Ghalia Indonesia. Bogor. Vol 9 (No 1): Hal. 5-6

Hamid, Wandasari, F. E., Kaparang, Heffry V., Dien. 2014. Bathimetri Di Perairan Pantai Depan Sungai Bahu, Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan Tangkap. Vol 2. (No 1): Hal 39-43.

Kahar, J. 2008. *Geodesi*. ITB. Bandung. Hal.144.

LAPAN. 2010. *Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (LANDSAT-8)*. Peneliti Bidang Bangfatja, LAPAN. Vol. 1 (No. 4): Hal. 8-10

Lillesand, Kiefer. 1988. Penginderaan Jauh dan Intepretasi Peta. Yogyakarta: Gajah Mada University Press. Hal. 73

- MacLennan, Simmonds. 1992. *Fisheries Acoustics Theory and Practice*. Oxford: Blackwell Science. Vol. 4 (No. 1): Hal. 24
- Mumby, P.J., A. J., Edward, J. E., Arias, Gonzakz, K.C., Linderman, P. G., Blackwel, A., Gall, M. I., Gorcynska, A. R., Harborne, C. L., Pescod, H. Renken, C. C. C., Wabnitz, G., Llewellyn. 2004. *Mangrove enhance the biomass of coral reefs fish management and mapping of Caribbean coral reefs*. *Biological Conservation*. Vol. 8 (No. 1): Hal. 155-168.
- NASA, 2014. NASA-USGS Landsat-8 Satellite Celebrates First Year Of Succes. Alamat Situs: <https://www.nasa.gov/content/goddard/nasa-usgs-landsat-8-satellite-celebrates-first-year-of-succes/>. Diakses pada tanggal 25 desember 2014
- Nurkhayati, R., Khalim, Nurul. 2010. *Pemetaan Batimetri Perairan Dangkal Menggunakan Citra Quickbird Diperairan Taman Nasional Karimun Jawa, Kabupaten Jepara, Jawa tengah*. Vol. 2 (No.4): Hal. 9
- Nugraha, A. R., Saputro, S., Purwanto. 2013. *Pemetaan Batimetri dan Analisis Pasang Surut Untuk Menentukan Elevasi Lantai dan Panjang Dermaga 136 di Muara Sungai Mahakam, Sanga-Sanga, Kalimantan timur*. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*. Vol. 16 (No. 1): Hal. 21-30
- Putri, J. C. A. 2017. Analisis Kemampuan Citra Satelit Landsat-8 Untuk Mendeteksi Kedalaman Perairan, Studi Kasus: Perairan Bangsring, Banyuwangi. Skripsi Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya
- Sager, W. 1998. Measuring The Depth. *Quarterdeck Online Winter 1998 / Spring 1999*. Institut Pertanian Bogor . Vol. 6 (No. 3): Hal. 35
- Setiawan, K. T., Osawa, T., Nuarsa, W. 2014. *Aplikasi Algoritma Van Hengel Dan Spitzer Untuk Ekstraksi Informasi Batimetri Menggunakan Data Landsat*. *Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN*. Jakarta. Vol. 6 (No.1): Hal. 8
- Setiyono, H. 1996. Kamus Oseanografi. Gajah Mada University Press, Jogjakarta. Hal 60-64.
- Sitanggang, G. 2010. *Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan: Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (LANDSAT-8)*. Vol. 16 (No. 11): Hal. 8-9
- Situs Resmi Pemerinah Kota Probolinggo. 2012. Letak Geografis, klimatologi, topograafi, dan hidrologi wilayah Kota Probolinggo, <http://probolinggokota.go.id>. (Diakses 21 Maret 2016).
- Soeprapto. 2001. Pasut Laut dan Chart Datum. Gajah Mada University Press. Yogyakarta
- Soeprbowati, T. R. 2012. *Peta Batimetri Danau Rawapening. Semarang*. I Institut Pertanian Bogor. Vol. 14, (No. 10): Hal. 78-84

Sukojo, B. M. 2003. *Penggunaan Metode Analisa Ekologi Dan Penginderaan Jauh Untuk Pembangunan Sistem Informasi Geografis Ekosistem Pantai*. Makara, Sains. Vol. 7 (No. 1): Hal. 12

Susanto, R. D., Marra, J. 2005. *Effect Of 1997/1998 El Nino On Chlorophyll A Variability Along The Southern Coasts Of Java And Sumatra*. Oceanography. Vol. 18 (No. 4): Hal. 124-127.

Suwargana, N. 2013. *Resolusi Spasial, Temporal Dan Spektral Pada Citra Satelit Landsat, Spot Dan Ikonos*. Lembaga Penerbangan Dan Antariksa Nasional. *Jurnal Ilmiah Widya*. Vol. 1 (No. 2): Hal. 6

Wahyuningrum, I. P., Jaya, I., Simbolon, D. 2008. *Algoritma Untuk Estimasi Kedalaman Perairan Dangkal Menggunakan Data Landsat-7 ETM*. *Buletin PSP*. Vol. 17 (No. 3): Hal. 9

