

MAKALAH SEMINAR TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI TINGKAT KEKERUHAN AIR BERDASAR PENGOLAHAN CITRA

Mochamad Irfan Fachrizal*, Achmad Hidayatno**, R. Rizal Isnanto**

Abstrak – Teknologi pengolahan citra dapat digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu untuk mengidentifikasi tingkat kekeruhan air. Identifikasi tingkat kekeruhan air digunakan untuk bermacam tujuan serta penelitian, misalnya, untuk mendirikan bangunan air, harus diketahui tingkat kekeruhan air di daerah tersebut. Sedimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lanau, yang termasuk dalam jenis sedimen melayang. Citra hasil pemotretan larutan sedimen dengan berbagai tingkat kekeruhan digunakan sebagai data pembelajaran.

Pembelajaran mengambil nilai berat sedimen dari nama berkas citra yang telah dinamai sesuai dengan format. Program akan menyimpan nilai berat tersebut beserta dengan nilai kecerahan rata-rata dari bagian citra yang dipotong. Metode yang digunakan untuk identifikasi adalah interpolasi linear, yaitu memperkirakan nilai di antara dua buah titik yang membentuk garis lurus. Identifikasi dilakukan dengan cara mengarahkan kursor mouse dan mengeklik titik yang berupa piksel pada tampilan citra aras keabuan. Program akan membaca nilai intensitas piksel, kemudian membaca hasil pembelajaran, dan melakukan interpolasi dari dua nilai intensitas yang terdekat. Program aplikasi ini dibuat menggunakan perangkat lunak Delphi 6.

Penelitian menghasilkan program aplikasi yang mampu mengidentifikasi tingkat kekeruhan air berdasarkan pengolahan citra menggunakan metode interpolasi. Pemotretan citra pembelajaran ataupun citra uji hanya dapat dilakukan pada tempat tertentu (laboratorium), karena harus menggunakan pengaturan lokasi, kamera, dan pencahayaan yang sama. Batas kekeruhan yang dapat diidentifikasi pada penelitian ini hanya sampai pada kekeruhan 10 gr/l. Semakin banyak intensitas piksel yang mempunyai tingkat kekeruhan yang sama, maka tingkat kesesuaian yang diperoleh akan semakin tinggi. Hasil identifikasi mempunyai tingkat kesesuaian yang tinggi di atas 70% pada kekeruhan 0 gr/l sampai dengan 0,1 gr/l.

Kata-kunci : tingkat kekeruhan, sedimen, identifikasi, interpolasi, intensitas piksel.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kekeruhan air dapat dikarenakan oleh berbagai hal. Salah satunya adalah kekeruhan air yang disebabkan oleh sedimentasi. Sedimentasi dapat didefinisikan sebagai pengangkutan, melayangnya, atau mengendapnya material oleh air. Sedimentasi merupakan akibat dari adanya erosi. Material sedimen dapat digolongkan berdasarkan ukuran partikelnya. Material sedimen yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sedimen lanau (*silt*) yang

termasuk dalam jenis sedimen melayang (*suspended sediment*).

Identifikasi tingkat kekeruhan air dapat digunakan untuk bermacam tujuan serta penelitian lebih lanjut. Misalnya, untuk mendirikan bangunan air, harus diketahui tingkat kekeruhan air dan sedimentasi di daerah tersebut. Penelitian ini ditujukan untuk penggunaan di dalam laboratorium, karena pemotretan citra untuk pembelajaran ataupun untuk identifikasi membutuhkan pengaturan tempat, kamera dan pencahayaan yang sama.

1.2 Tujuan dan Manfaat

Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah untuk membuat program yang dapat mengidentifikasi tingkat kekeruhan air yang dikarenakan oleh sedimen lanau (*silt*), berdasar pengolahan citra. Diharapkan bermanfaat sebagai penunjang penelitian dan praktikum mengenai sedimentasi pada laboratorium Teknik Sipil serta bermacam penelitian lainnya.

1.3 Pembatasan Masalah

1. Citra yang diolah adalah citra digital hasil pemotretan, tanpa membahas proses dan peralatan pemotretan.
2. Sedimen yang digunakan adalah lanau (*silt*).
3. Identifikasi tingkat kekeruhan menggunakan interpolasi linear dari nilai kecerahan (*brightness*) rata-rata pada skala keabuan.
4. Aplikasi dibuat menggunakan program Delphi 6.

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Citra Aras Keabuan

Proses ini bertujuan untuk merubah citra 24-bit RGB menjadi citra abu-abu. Pemilihan pemrosesan pada aras keabuan ini dipilih karena lebih sederhana yaitu hanya menggunakan sedikit kombinasi warna dan dengan citra abu-abu dirasakan sudah cukup untuk memproses suatu gambar. Prinsip perubahan citra 24-bit RGB menjadi citra abu-abu adalah dengan menghitung rerata dari intensitas ketiga nilai elemen warna dari citra 24-bit RGB. Proses aras keabuan dapat dicari menggunakan persamaan 2.1.

$$K_o = \frac{R_i + G_i + B_i}{3} \quad (2.1)$$

2.2 Perbaikan Kualitas Citra

Perbaikan kualitas citra diperlukan karena sering kali citra yang dijadikan objek pembahasan

mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami derau (*noise*), citra terlalu gelap atau terang, dan citra yang kabur. Dengan perbaikan kualitas citra diharapkan akan diperoleh citra baru yang lebih mudah diinterpretasikan oleh mata manusia melalui penonjolan ciri citra sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut.

2.2.1 Penghalusan Citra (*Image Smoothing*)

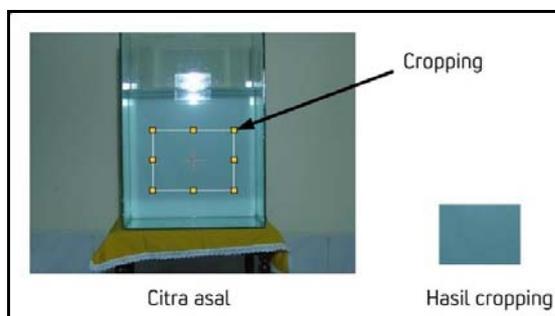
Penghalusan citra dapat dilakukan dengan memberikan nilai yang sama kepada semua bobot pada titik yang digunakan. Operasi ini sering disebut juga operasi perataan. Operasi ini dapat digunakan untuk menekan gangguan (*noise*) pada citra yang timbul pada saat proses pencitraan. Gangguan tersebut biasanya muncul sebagai akibat dari hasil pencitraan yang tidak bagus (*sensor noise, photographic grain noise*). Gangguan pada citra umumnya berupa variasi intensitas suatu piksel yang tidak berkorelasi dengan piksel-piksel tetangganya. Secara visual, gangguan mudah dilihat oleh mata karena tampak berbeda dengan piksel tetangganya.

Operasi penghalusan dilakukan dengan mengganti intensitas suatu piksel dengan rata-rata dari nilai piksel tersebut dengan nilai piksel-piksel tetangganya. Jumlah keseluruhan bobot dalam penapis penghalusan tersebut adalah 1, dengan demikian karakteristik global dari citra dapat tetap terpelihara.

2.3 Pemotongan Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra (*cropping*) adalah memotong satu bagian dari citra sehingga diperoleh citra yang berukuran lebih kecil. Operasi ini digunakan apabila tidak seluruh daerah dari citra dapat diolah. Dengan kata lain, hanya daerah tertentu saja dari citra yang dibutuhkan untuk diambil datanya.

Pemotongan citra termasuk dalam jenis operasi geometrik. Operasi geometrik berhubungan dengan perubahan bentuk geometri citra, baik ukuran ataupun orientasinya.



Gambar 2.1 Contoh pemotongan citra

2.4 Sedimentasi

Sedimentasi dapat didefinisikan sebagai pengangkutan, melayangnya atau mengendapnya material oleh air. Sedimen adalah hasil proses erosi. Erosi adalah pengikisan/pengangkatan lapisan tanah

yang dapat disebabkan oleh angin, air, atau aliran gletser (es). Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai atau dengan pengukuran langsung di dalam waduk.

2.4.1 Jenis-Jenis Sedimen

Menurut ukuran partikelnya, sedimen dapat dibedakan menjadi 4 jenis, seperti pada Tabel 2.1.

TABEL 2.1 JENIS SEDIMEN BESERTA UKURAN PARTIKELNYA

Jenis sedimen	Ukuran partikel (mm)
Lempung (<i>clay</i>)	< 0,0039
Lanau (<i>silt</i>)	0,0039-0,0625
Pasir (<i>sand</i>)	0,0625-2,0
Pasir besar (<i>gravel</i>)	2,0-64,0

Berdasarkan dari pengangkutan partikelnya, sedimen yang terlarut dalam sungai disebut sedimen melayang (*suspended sediment*) sedangkan sedimen yang merayap di dasar sungai dikenal sebagai sedimen merayap (*bed load*). Butiran partikel pada sedimen melayang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang dan membentuk warna yang homogen di dalam air.

Pada tanah dengan unsur utama lanau, memberikan kemungkinan yang lebih besar untuk terjadinya erosi. Sehingga sedimen yang kandungannya paling besar dalam aliran air (sungai) adalah lanau. Oleh karena itu material sedimen yang sering digunakan dalam penelitian sedimentasi adalah sedimen lanau.

2.4.2 Pengukuran Sedimen

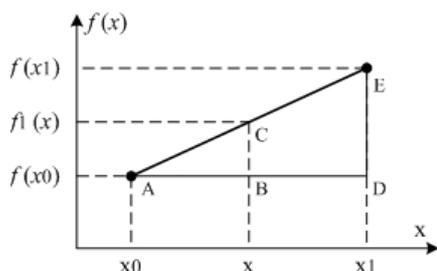
Pengukuran sedimen melayang dilakukan dengan cara memasukkan alat ukur ke dalam aliran sungai. Dengan asumsi bahwa konsentrasi sedimen merata pada seluruh bagian penampang melintang sungai. Sampel air tersebut kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dengan ukuran yang sesuai dengan tingkat akurasi data yang diinginkan. Selanjutnya sampel air yang telah disaring tersebut dikeringkan dengan menggunakan oven. Sedimen kering kemudian ditimbang.

2.5 Interpolasi

Interpolasi digunakan untuk memperkirakan nilai di antara titik-titik dari satu set nilai yang sudah diketahui. Interpolasi titik data dapat dilakukan dengan bermacam interpolasi tergantung dari jumlah titik data yang tersedia.

2.5.1 Interpolasi Linear

Ide dasar dari interpolasi linear yaitu pada saat data dalam bentuk tabel tidak begitu bervariasi, sehingga memungkinkan untuk dilakukan pendekatan dengan menggunakan sebuah garis lurus di antara dua titik yang berdekatan.



Gambar 2.2 Interpolasi linear

Pada Gambar 2.2, dua titik $[x_0, f(x_0)]$ dan $[x_1, f(x_1)]$ dihubungkan oleh sebuah garis lurus. Nilai x antara x_0 dan x_1 dapat ditentukan Dari keadaan dua segitiga sebangun ABC dan ADE seperti tampak dalam gambar di atas, terdapat hubungan berikut.

$$\frac{BC}{AB} = \frac{DE}{AD} \quad (2.2)$$

atau

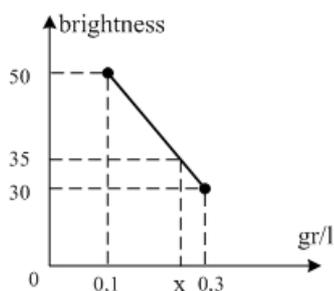
$$\frac{f(x) - f(x_0)}{(x - x_0)} = \frac{f(x_1) - f(x_0)}{(x_1 - x_0)} \quad (2.3)$$

sehingga

$$f_1(x) = f(x_0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{(x_1 - x_0)} \cdot (x - x_0) \quad (2.4)$$

Persamaan di atas adalah rumus interpolasi linear. Suku $[f(x_1) - f(x_0)] / (x_1 - x_0)$ adalah kemiringan garis yang menghubungkan dua titik data. Semakin kecil interval antara titik data, hasil perkiraan akan semakin baik.

Berdasarkan dari rumus interpolasi linear di atas, maka contoh interpolasi dari grafik antara tingkat kekeruhan dengan tingkat kecerahan (*brightness*) adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh interpolasi antara kekeruhan dengan kecerahan

Contoh perhitungan:

Diketahui: berdasarkan dari Gambar 2.3, diketahui data seperti pada tabel 2.2.

TABEL 2.2 DATA DARI GAMBAR 2.3

Kekeruhan (gr/l)	Keccerahan
0,1	50
0,3	30

Ditanyakan: berapa tingkat kekeruhan (gr/l) saat nilai kecerahan adalah 35?

Jawab:

Untuk mencari x , persamaan 2.3 diubah sehingga menjadi persamaan 2.4.

$$x = x_0 + \frac{f_1(x) - f(x_0)}{f(x_1) - f(x_0)} \cdot (x_1 - x_0) \quad (2.4)$$

$$x = 0,1 + \frac{35 - 50}{30 - 50} \cdot (0,3 - 0,1)$$

$$= 0,1 + \frac{-15}{-20} \cdot 0,2$$

$$= 0,1 + 0,15$$

$$= 0,25$$

Jadi nilai tingkat kekeruhan pada saat nilai kecerahan 35 adalah 0,25 gr/l.

III. PERANCANGAN PROGRAM

3.1 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan untuk membuat dan menjalankan program adalah satu set komputer pribadi (PC) dengan spesifikasi sebagai berikut.

1. Sistem Komputer : AMD Athlon 64 3000+
2. Sistem Operasi : Microsoft Windows XP Profesional
3. Media Tampilan : VGA (*true color* 32 bit, 800 × 600 piksel)
4. Media masukan : *keyboard* dan *mouse*
5. Memori : DDR 512 MB

3.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan adalah Borland Delphi 6. Borland Delphi 6 merupakan paket pemrograman yang bekerja dalam sistem operasi Windows.

3.3 Diagram Alir sistem

Sistem aplikasi dimulai dari proses pembelajaran. Setelah proses pembelajaran selesai, selanjutnya adalah membuka berkas citra yang akan diidentifikasi. Citra akan ditampilkan juga dalam format aras keabuan. Kemudian apabila diperlukan penghalusan citra, maka akan dilakukan proses penghalusan. Selanjutnya proses identifikasi dilakukan dengan cara mengarahkan dan mengeklik kursor *mouse* pada titik yang akan dideteksi pada citra aras keabuan. Titik tersebut berupa piksel yang mempunyai nilai skala keabuan. Program akan melihat pada data pembelajaran dan akan melakukan interpolasi dari data pembelajaran untuk menentukan nilai tingkat kekeruhan. Diagram alir sistem ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir sistem

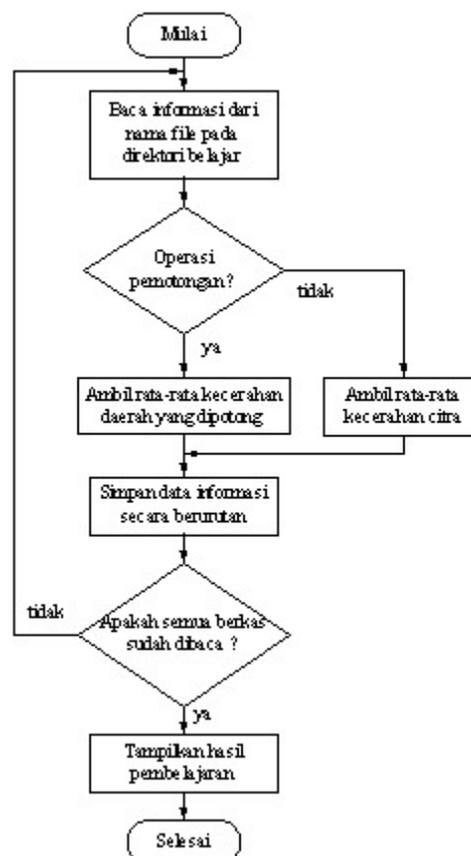
3.4 Program Pembelajaran

Pembelajaran dapat dilakukan setelah data yang akan digunakan untuk pembelajaran telah dipersiapkan. Pembelajaran dimulai pada saat tombol “Mulai” ditekan. Diagram alir proses pembelajaran ditunjukkan pada Gambar 3.2.

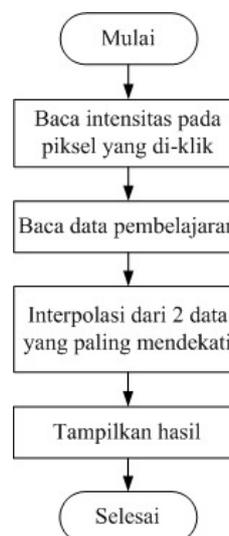
3.5 Program Identifikasi

Identifikasi dilakukan setelah pembelajaran selesai dilakukan Untuk mengidentifikasi bagian dari citra yang akan diidentifikasi kekeruhannya, yaitu dengan cara mengarahkan kursor *mouse* pada citra aras keabuan dan mengklik pada bagian yang diinginkan. Program akan membaca nilai intensitas pada piksel, kemudian akan membaca hasil pembelajaran dan melakukan interpolasi dari dua nilai intensitas yang terdekat. Selanjutnya hasil interpolasi akan ditampilkan.

Program identifikasi dijalankan pada saat *mouse* diklik pada citra aras keabuan. Diagram alir saat *mouse* diklik pada citra aras keabuan ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 Diagram alir proses pembelajaran



Gambar 3.3 Diagram alir identifikasi

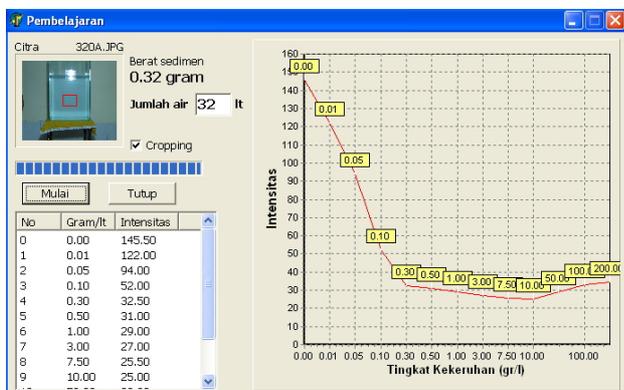
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Akuisisi Data

Pemotretan dilakukan pada wadah yang berisi larutan sedimen pada berbagai tingkat kekeruhan dengan kamera digital sehingga diperoleh berkas citra dengan ekstensi ***.jpg**, untuk kemudian diubah namanya (*rename*) sesuai dengan format dan dimasukkan ke dalam *folder belajar* di dalam *folder* yang sama dengan program.

4.2 Pembelajaran

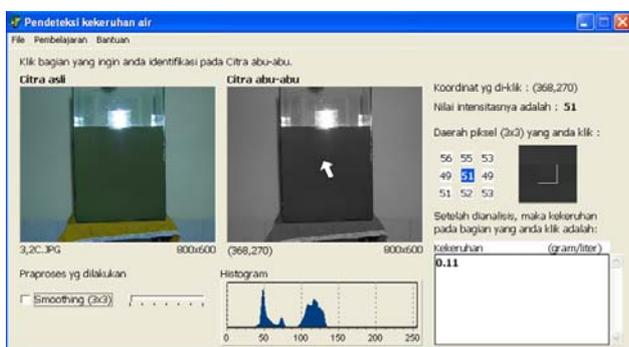
Pembelajaran dilakukan dengan cara membaca berkas-berkas citra warna 24 bit dengan ekstensi *.jpg yang terdapat di dalam folder belajar pada folder program. Hasil dari pembelajaran akan ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel. Contoh tampilan jendela pembelajaran ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Contoh tampilan jendela pembelajaran

4.3 Identifikasi

Identifikasi dilakukan dengan cara mengarahkan kursor mouse pada tampilan Citra abu-abu, dan mengeklik pada bagian yang diinginkan. Contoh tampilan pada saat identifikasi ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Contoh tampilan pada saat identifikasi

Program akan membaca nilai intensitas piksel pada titik yang diklik, kemudian akan membaca hasil pembelajaran dan melakukan interpolasi dari dua nilai intensitas yang terdekat. Selanjutnya hasil interpolasi akan ditampilkan pada kolom **Kekeruhan** berupa nilai yang menunjukkan nilai kekeruhan dalam satuan gram/liter.

4.4 Pembahasan

Pembahasan dari hasil penelitian akan dijelaskan mulai dari hasil pembelajaran sampai dengan pengujian dengan menggunakan citra uji.

4.4.1 Hasil Pembelajaran

Pada proses pembelajaran, program akan membaca citra dalam folder belajar pada folder program yang memiliki berkas berekstensi *.jpg, yang nama berkas tersebut telah diubah sesuai dengan

format. Citra yang dibaca dapat berupa citra warna (RGB) atau citra aras keabuan dengan ukuran piksel tertentu (disarankan kurang atau sama dengan 800×600 piksel) agar proses pengolahan yang dilakukan tidak terlalu lama.

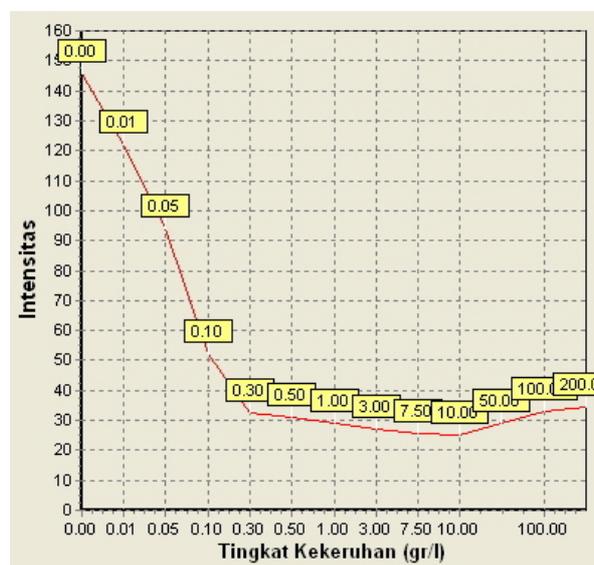
Nilai berat sedimen diperoleh dari nama berkas citra yang telah dinamai sesuai dengan format. Format nama berkas citra mempunyai nilai dalam bentuk satuan miligram, oleh karena itu program mengubahnya terlebih dahulu sehingga diperoleh nilai dalam satuan gram. Untuk mengetahui tingkat kekeruhan dari sebuah berkas citra, dapat dihitung dengan cara berikut.

$$\text{Tingkat kekeruhan (gr/l)} = \frac{\text{berat sedimen (gram)}}{\text{volume air (liter)}}$$

Program mencatat nilai berat sedimen tersebut untuk digabungkan dengan nilai intensitas rata-rata dari tiap citra. Nilai-nilai tersebut disimpan sebagai hasil pembelajaran. Hasil pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.3.

TABEL 4.1 HASIL PEMBELAJARAN

No.	Tingkat kekeruhan	Intensitas
1	0	145,5
2	0,01	122
3	0,05	94
4	0,1	52
5	0,3	32,5
6	0,5	31
7	1	29
8	3	27
9	7,5	25,5
10	10	25
11	50	29
12	100	33
13	200	34,5



Gambar 4.3 Grafik hasil pembelajaran

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa hasil pembelajaran menunjukkan nilai intensitas yang terus menurun dengan bertambahnya tingkat kekeruhan. Air yang jernih (kekeruhan 0 gr/l) akan mempunyai nilai intensitas kecerahan yang paling tinggi. Semakin keruh air maka nilai intensitasnya akan semakin rendah.

Akan tetapi pada tiga nilai kekeruhan terakhir, nilai intensitasnya semakin bertambah. Hal ini disebabkan karena pada tiga nilai kekeruhan yang terakhir, keadaan larutan sedimen dalam wadah sudah sedemikian padat, sehingga cahaya tidak dapat menjangkau sampai dengan bagian yang terdalam atau bagian belakang (*background*) pada larutan di dalam wadah. Dengan kata lain, bayangan yang ditangkap oleh kamera tidak lagi merupakan gambar keseluruhan larutan di dalam wadah sampai dengan bagian belakang, akan tetapi merupakan gambar larutan sampai dengan kedalaman tertentu (tidak sampai pada bagian belakang). Sehingga nilai intensitas kecerahan pada citra akan bertambah.

4.4.2 Pengujian

Citra yang digunakan untuk pengujian adalah citra yang berbeda dari yang digunakan untuk pembelajaran. Pada pengujian ini digunakan enam citra uji yang mempunyai tingkat kekeruhan **0** gr/l, **0,01** gr/l, **0,1** gr/l, **0,3** gr/l, **1** gr/l, dan **10** gr/l.

Dari data pengujian yang diperoleh dari pengujian terhadap citra uji dapat dihitung persentase tingkat kesesuaiannya. Perhitungan persentase tingkat kesesuaian dapat dihitung dengan cara berikut.

$$\text{Tingkat kesesuaian (\%)} = \frac{\text{jumlah pengujian yang sesuai}}{\text{jumlah seluruh pengujian}} \times 100\%$$

1. Citra uji 1

Pengujian pada citra uji 1 dilakukan dengan menggunakan berkas citra 0C.jpg yang mempunyai ukuran 800×600 piksel, dengan tingkat kekeruhan yang terdapat pada citra uji adalah 0 gr/l. Data hasil pengujian dengan menggunakan citra uji 1 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

TABEL 4.2 PENGUJIAN PADA CITRA UJI 1

Koordinat piksel	Tingkat kekeruhan (gr/l)	Keterangan
351 × 251	0	Sesuai
361 × 251	0	Sesuai
371 × 251	0	Sesuai
381 × 251	0	Sesuai
391 × 251	0	Sesuai
411 × 251	0	Sesuai
421 × 251	0	Sesuai
431 × 251	0	Sesuai
441 × 251	0	Sesuai

Dari data pengujian citra uji 1 dengan 30 kali identifikasi, dapat dihitung persentase tingkat kesesuaiannya.

$$\begin{aligned} \text{Tingkat kesesuaian (\%)} &= \frac{30}{30} \times 100\% \\ &= 100\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diperoleh bahwa tingkat kesesuaian pada saat pengujian dengan menggunakan citra uji 1 adalah 100%

2. Citra uji 2

Pengujian pada citra uji 2 dilakukan dengan menggunakan berkas citra 0,32C.jpg yang mempunyai ukuran 800×600 piksel, dengan tingkat kekeruhan yang terdapat pada citra uji adalah 0,01 gr/l. Data hasil pengujian dengan menggunakan citra uji 1 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

TABEL 4.3 PENGUJIAN PADA CITRA UJI 2

Koordinat piksel	Tingkat kekeruhan (gr/l)	Keterangan
351 × 251	0,01	Sesuai
361 × 251	0,01	Sesuai
371 × 251	0,01	Sesuai
381 × 251	0,01	Sesuai
391 × 251	0,01	Sesuai
401 × 251	0,01	Sesuai
411 × 251	0,01	Sesuai
421 × 251	0,01	Sesuai
451 × 301	0,02	Tidak sesuai
441 × 351	0,02	Tidak sesuai

Dari data pengujian citra uji 2 dengan 30 kali identifikasi, dapat dihitung persentase tingkat kesesuaiannya.

$$\begin{aligned} \text{Tingkat kesesuaian (\%)} &= \frac{23}{30} \times 100\% \\ &= 76,67\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diperoleh bahwa tingkat kesesuaian pada saat pengujian dengan menggunakan citra uji 2 adalah 76,67%

Dari hasil pengujian terhadap ke enam citra uji dapat dilihat tingkat kesesuaiannya pada Tabel 4.4.

TABEL 4.4 TINGKAT KESESUAIAN IDENTIFIKASI CITRA UJI

Citra Uji	Kekeruhan pada Citra Uji	Tingkat Kesesuaian
1	0 gr/l	100%
2	0,01 gr/l	76,67%
3	0,05 gr/l	73,33%
4	0,1 gr/l	86,67%
5	0,3 gr/l	33,33%
6	1 gr/l	16,67%

Pada citra uji 1 sampai dengan 4 diperoleh tingkat kesesuaian yang tinggi (diatas 70%) karena mempunyai rentang nilai intensitas yang menghasilkan kesesuaian yang cukup tinggi.

Pada citra uji 1 memiliki 100% tingkat kesesuaian karena seluruh nilai intensitas dalam rentang nilai intensitas saat identifikasi menghasilkan nilai kekeruhan 0 gr/l. Pada rentang nilai intensitas pengujian citra uji 2 yang menghasilkan 16 nilai, terdapat 11 nilai yang menghasilkan nilai kekeruhan 0,01 gr/l. Pada rentang nilai intensitas pengujian citra uji 3 yang menghasilkan 13 nilai, terdapat 8 nilai yang menghasilkan nilai kekeruhan 0,05 gr/l. Pada rentang intensitas pengujian citra uji 4 yang menghasilkan 12 nilai, terdapat 10 nilai yang menghasilkan nilai kekeruhan 0,1 gr/l (dengan pembulatan).

Sementara itu pada citra uji 5 hanya memiliki 5 nilai intensitas yang sesuai dengan kekeruhan 0,3 gr/l (dengan pembulatan), dari rentang nilai intensitas pengujian yang berjumlah 18. Pada citra uji 5 hanya memiliki 1 nilai intensitas yang sesuai dengan kekeruhan 1 gr/l, dari rentang nilai intensitas yang berjumlah 11.

Pada saat pengujian, apabila diperoleh banyak nilai intensitas yang sesuai dengan kekeruhan pada citra uji, dari rentang nilai intensitas saat pengujian secara keseluruhan, akan menghasilkan tingkat kesesuaian yang tinggi. Banyaknya nilai yang sesuai pada citra uji 1 sampai 4, dikarenakan pada saat pembelajaran, tingkat kekeruhan yang dimiliki seperti pada citra uji 1 sampai 4, memiliki nilai rata-rata intensitas dengan jarak yang cukup lebar antar citra pembelajaran yang berdekatan (Gambar 4.3 atau Tabel 4.1).

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa berdasarkan pengujian terhadap hasil pembelajaran pada penelitian ini, tingkat kesesuaian yang tinggi dapat diperoleh pada tingkat kekeruhan **0 gr/l** sampai dengan **0,1 gr/l**. Dengan kata lain, pada penelitian ini tingkat kesesuaian yang tinggi dapat diperoleh pada saat berat sedimen **0 miligram** sampai dengan **3200 miligram** pada volume air 32 liter.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pemotretan citra pembelajaran ataupun citra uji hanya dapat dilakukan pada tempat tertentu (laboratorium), karena harus menggunakan pengaturan lokasi, kamera, dan pencahayaan yang sama.
2. Identifikasi kekeruhan air berdasarkan pengolahan citra ini hanya dapat dilakukan sampai dengan batas kekeruhan 10 gr/l.
3. Hasil identifikasi mempunyai tingkat kesesuaian yang tinggi dari tingkat kekeruhan 0 gr/l sampai dengan 0,1 gr/l.

4. Semakin banyak intensitas piksel yang mempunyai nilai kekeruhan yang sama, maka tingkat kesesuaian yang diperoleh akan semakin tinggi.

5.2 Saran

Berikut adalah saran-saran yang berkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan.

1. Untuk mengurangi keragaman nilai piksel yang dapat meningkatkan kesesuaian identifikasi, dapat dilakukan pengecilan ukuran citra pada saat pemotretan atau dengan memperkecil wadah yang digunakan untuk melarutkan sedimen.
2. Penelitian dapat dikembangkan untuk identifikasi secara *online*, misalnya dengan menggunakan *webcam*.
3. Dapat dikembangkan program untuk penelitian identifikasi kekeruhan dengan menggunakan jenis sedimen yang lain, misalnya pasir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad, B. dan Kartika F., *Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*, Ardi Publishing, Yogyakarta, 2005.
- [2] Ahmad, U., *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.
- [3] Arymurthy, A.M. dan S. Setiawan, *Pengantar Pengolahan Citra*, PT. Elex Media Komputindo Gramedia, Jakarta, 1992.
- [4] Asdak, C., *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2002.
- [5] Hidayat, R., *Study of The Submerged Dike Roles for Protecting Siltation in Harbours and Access Channels*, Dissertation, Kyushu University, Fukuoka, 2004.
- [6] Ibrahim, D., *Pengaturan Kecerahan dan Kontras Citra Secara Automatis dengan Teknik Pemodelan Histogram*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2004.
- [7] McDowell D.M. dan B.A. O'Connor, *Hydraulic Behaviour of Estuaries*, The Macmillan Press Ltd., London, 1977.
- [8] Munir, R., *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung, 2004.
- [9] Soemarto, C.D., *Hidrologi Teknik Edisi ke-2*, Erlangga, Jakarta, 1995.
- [10] Sigit, R. dkk, *Step by Step Pengolahan Citra Digital*, ANDI, Yogyakarta, 2005.
- [11] Triatmojo, B., *Metode Numerik*, Beta Offset, Yogyakarta, 1996.
- [12] Wahyuni, T.B., *Deteksi Osteoporosis dan Tumor Tulang Menggunakan Segmentasi Berdasarkan Intensitas Citra*, Skripsi S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2005.



Mochamad Irfan Fachrizal
[L2F304258]
Lahir di Magelang, 15 Maret 1982.
Mahasiswa Teknik Elektro 2004,
Konsentrasi Elektronika dan
Telekomunikasi, Universitas
Diponegoro.
E-mail : iruchan7@yahoo.com

Menyetujui dan Mengesahkan

Pembimbing I

Achmad Hidayatno, S.T., M.T.
NIP. 132 137 933
Tanggal.....

Pembimbing II

R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T.
NIP. 132 288 515
Tanggal.....