

Deteksi Ketinggian Air Pada Citra Screenshot dengan Menerapkan Metode Template Matching

Rima Purwati

Fakultas Ilmu Komputer Dan Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Darma Medan Indonesia
Email: rymapurwanti91@gmail.com

Abstrak—Perkembangan teknologi digital saat ini memengaruhi kehidupan sehari-hari kita secara signifikan. Salah satu perubahan utama adalah digitalisasi data citra, yang mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia di sekitar kita. Teknologi digital juga memungkinkan pengguna media digital untuk menggunakan pengolahan citra sebagai solusi cerdas dalam menghadapi berbagai tantangan. Salah satu aspek penting dalam pemanfaatan teknologi ini adalah dalam konteks deteksi ketinggian air, terutama relevan dalam penampungan air rumah tangga. Penampungan air bukan hanya komponen fisik, melainkan elemen kunci dalam penyimpanan cadangan air bersih untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Memastikan ketersediaan air yang cukup dan berkualitas dalam penampungan adalah prioritas utama. Namun, masalah muncul saat mencoba memantau ketinggian air dalam penampungan, terutama pada malam hari dengan pencahayaan minim. Untuk mengatasi hambatan ini, teknik deteksi dan pengenalan air yang inovatif digunakan untuk mendeteksi ketinggian air pada malam hari, dengan bantuan teknologi kamera IP yang mudah dipasang. Salah satu metode efisien adalah teknik template matching. Inovasi ini merupakan contoh nyata bagaimana perkembangan teknologi, khususnya di bidang pengolahan citra, dapat membawa perubahan positif dalam mengelola dan memantau ketersediaan air dalam konteks rumah tangga. Dengan demikian, teknologi berperan penting dalam memenuhi kebutuhan air sehari-hari dengan lebih efektif, memastikan ketersediaan air yang memadai di lingkungan rumah tangga.

Kata Kunci: Deteksi Ketinggian Air, Screenshot, Template Matching

Abstract— The current development of digital technology significantly impacts our daily lives. One prominent change is the digitization of image data, altering how we interact with the world around us. Digital technology enables digital media users to utilize image processing as an intelligent solution to tackle various challenges. A critical aspect of this technological application pertains to water level detection, particularly relevant in household water storage. Water storage serves as a pivotal element in storing clean water reserves to meet daily needs. Ensuring an adequate and high-quality water supply within these storage systems is a top priority. However, difficulties arise when attempting to monitor water levels, especially at night when illumination is minimal. To overcome this obstacle, innovative techniques for water detection and recognition are employed to accurately measure water levels during nighttime, aided by easily deployable IP camera technology. One efficient method involves template matching techniques. This innovation serves as a tangible example of how technological advancements, particularly in image processing, can bring about positive changes in managing and monitoring water availability in a household context. Consequently, technology plays a crucial role in meeting daily water needs more effectively, ensuring an ample water supply within the household environment.

Keywords: Water Level Detection, Screenshot, Template Matching

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini, terutama pada bidang dunia digital, membawa perubahan-perubahan yang sangat berpengaruh dalam kehidupan sehari-hari salah satunya dengan adanya digitalis data citra. Selain pesatnya perkembangan dalam berbagai bidang teknologi yang telah membentuk kita sebagai pengguna media digital, pengolahan citra juga telah menjadi salah satu solusi kunci untuk menangani masalah penting, yaitu deteksi ketinggian air. Dalam konteks ini, penampungan air memegang peran vital sebagai perangkat yang harus selalu ada di rumah tangga. Penampungan air tidak hanya bertindak sebagai wadah penyimpanan cadangan air bersih yang sangat diperlukan dalam kehidupan sehari-hari, tetapi juga berperan sebagai penjaga keseimbangan antara ketersediaan air yang cukup dan berkualitas.

Dalam upaya memastikan pasokan air yang memadai untuk kebutuhan harian, penting bagi jumlah air dalam penampungan untuk selalu terjaga dalam rentang batas minimal dan maksimal yang telah ditentukan. Namun, sering kali, masalah muncul karena pengguna tidak memiliki pemahaman yang cukup tentang stok persediaan air yang tersedia dalam penampungan. Akibatnya, pengisian penampungan seringkali kurang terkontrol dan dapat berdampak negatif.

Permasalahan ini semakin rumit pada malam hari, ketika minimnya cahaya membuat citra air dalam penampungan sulit untuk diamati dengan jelas. Oleh karena itu, untuk mengatasi hambatan ini, penggunaan teknik deteksi dan pengenalan air yang lebih canggih menjadi sangat penting untuk menentukan cara yang paling efektif untuk mendeteksi ketinggian air pada malam hari, khususnya saat hasil tangkapan layar diperlukan[1].

Pentingnya pemantauan ketinggian air pada malam hari membawa kita ke penggunaan metode template matching. Metode ini melibatkan algoritma pengenalan citra yang dapat mengidentifikasi bagian-bagian khusus dari citra. Prinsip di balik metode ini adalah membandingkan citra asli dengan template gambar yang telah disimpan sebelumnya. *Template matching* adalah teknik yang luas penggunaannya untuk mengelompokkan objek dengan cara membandingkan bagian citra dengan citra lainnya[2]. Pemilihan pola pencocokan dilakukan berdasarkan sifat alami dari gambar atau objek yang sedang dianalisis. Dengan penggunaan metode ini, masalah kritis seperti pemantauan ketinggian air dalam penampungan rumah tangga pada malam hari dapat diatasi dengan lebih efisien dan akurat. Inovasi ini adalah sebuah contoh konkret tentang bagaimana perkembangan teknologi, khususnya di bidang pengolahan citra, telah membawa perubahan positif dalam mengelola dan memantau ketersediaan air dalam konteks rumah tangga. Oleh karena itu, teknologi memiliki peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan air sehari-hari dengan lebih baik[3]–[5].

Berikut ini merupakan penelitian terdahulu yang dijadikan acuan pada penulisan ini, penelitian yang dilakukan oleh M. Chairi Solin dkk pada tahun 2019 yang tentang menerapkan metode *Template Matching* pada citra berwarna, yang mana penelitian ini membahas mengenai kendala keamanan dalam teknologi biometrik dan suara berbasis keamanan di ruangan berpotensi disalahgunakan, termasuk pemakaian gambar atau perekaman suara untuk tindakan kriminal sehingga menghasilkan. Meskipun citra berwarna mudah dikenali oleh manusia, pengolahan otomatis oleh komputer memerlukan teknik pengolahan citra. Tingkat keberhasilan pengenalan citra berwarna mencapai 85%, tetapi tetap ada tantangan yang perlu diatasi[6]. Penelitian yang dilakukan oleh Fera Flaurensia dkk pada tahun yang tentang Penerapan deteksi tepi *Canny* dan *template matching* dalam mengenali motif batik Indonesia, yang mana penelitian ini membahas mengenai di era teknologi citra, pengenalan motif batik dapat ditingkatkan dengan metode pengolahan citra. Penelitian ini bertujuan mengembangkan aplikasi pengenalan motif batik Indonesia dengan memanfaatkan deteksi tepi *Canny* dan *template matching*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi ini dapat mengenali motif batik dengan tingkat kesamaan sebesar 89,44%. Dengan demikian, pengenalan motif batik Indonesia melalui deteksi tepi *Canny* dan *template matching* merupakan solusi efektif dalam pelestarian warisan budaya ini[7].

Berdasarkan uraian di atas, penulis merasa perlu menjalani penelitian yang lebih mendalam dan khusus. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggali secara lebih terperinci metode deteksi ketinggian air pada citra screenshot. Dengan metode *Template Matching* yang diterapkan, penelitian ini memiliki tujuan yang sangat jelas, yaitu menghasilkan alternatif terbaik untuk memantau ketinggian air dalam penampungan air. Keberhasilan penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif, terutama dalam situasi minim cahaya atau pada malam hari, di mana pengawasan ketinggian air menjadi lebih kritis. Sebagai hasilnya, diharapkan penelitian ini akan memberikan kontribusi yang sangat signifikan dalam perkembangan teknologi deteksi ketinggian air, dan mampu memenuhi kebutuhan sehari-hari di berbagai rumah tangga.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Deteksi Tepi

Tepi atau sisi dari sebuah obyek adalah daerah di mana terdapat perubahan intensitas warna yang cukup tinggi. Tujuannya adalah untuk menyoroti daerah di mana terdapat perubahan tajam dalam intensitas warna. Selama proses ini, citra dianalisis piksel per piksel, dan daerah-daerah di mana terjadi perubahan tajam dalam intensitas warna diidentifikasi. Deteksi tepi menghasilkan dua nilai berbeda untuk setiap piksel yang dianalisis, yaitu nilai intensitas warna yang tinggi atau rendah. Nilai-nilai ini sering diwakili sebagai 0 dan 1, di mana 0 menunjukkan intensitas rendah, dan 1 menunjukkan intensitas tinggi. Ketika sebuah tepi terdeteksi dalam citra, hal ini berarti terdapat perubahan yang signifikan dalam intensitas warna di area tersebut. Sebaliknya, jika tidak ada perubahan tajam, maka nilai intensitasnya akan rendah[8]. Proses pelacakan tepi merupakan langkah penting dalam menganalisis citra, karena membantu dalam menemukan perbedaan intensitas lokal yang penting dalam mengidentifikasi objek atau fitur dalam citra. Gradien adalah salah satu konsep kunci dalam deteksi tepi. Ini adalah ukuran perubahan dalam intensitas warna dalam citra. Citra dapat dilihat sebagai koleksi fungsi intensitas kontinu dalam domain spasial, dan gradien memberikan informasi tentang sejauh mana perubahan intensitas terjadi dalam citra. Dalam pengolahan citra, gradien sering didefinisikan sebagai turunan pertama dari fungsi intensitas, dan ini digunakan untuk mengidentifikasi tepi atau perubahan tajam dalam citra. Dengan memahami gradien, kita dapat secara efektif mendeteksi dan melacak tepi dalam citra untuk berbagai aplikasi, seperti segmentasi objek, pengenalan pola, dan pemrosesan citra medis[9].

2.2 Ketinggian Air

Air adalah kebutuhan yang penting, sehingga ketersediaan air tetap harus selalu ada baik di rumah tangga, tempat umum, perkantoran ataupun industri. Dalam konteks ini, peran penampungan air menjadi sangat signifikan, dan diperlukan suatu mekanisme pengukuran yang efisien untuk memonitor ketersediaan air dalam wadah-wadah tersebut. Saat ini, banyak mekanisme pengukuran air yang masih bersifat manual, seperti melakukan pemeriksaan langsung dengan mendatangi atau melihat langsung ke dalam penampungan air. Meskipun cara-cara ini relatif sederhana dan ekonomis, terdapat keterbatasan dalam penggunaannya, terutama jika penampungan air berada di lokasi yang sulit dijangkau atau jauh dari lokasi pemantauan[10]. Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi yang lebih efektif dalam memantau ketersediaan air dalam penampungan. Teknologi pengolahan citra, seperti metode *Template Matching*, menjadi alternatif yang menarik dalam pengembangan mekanisme pengukuran air yang lebih canggih. Dengan teknologi ini, kita dapat memantau dan mendeteksi ketinggian air dalam penampungan dengan lebih efisien, bahkan dalam kondisi minim cahaya seperti pada malam hari. Teknologi ini memberikan solusi yang lebih akurat dan mudah diakses, yang akan mempermudah pemantauan air dalam berbagai konteks[11].

2.3 Citra

Pengolahan citra merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengolah gambar sehingga menghasilkan gambar yang sesuai dengan yang diinginkan. Proses ini melibatkan pengambilan gambar, yang dapat berasal dari berkas yang sudah ada atau diambil menggunakan kamera. Citra, dalam konteks pengolahan citra, adalah representasi visual dari objek atau pemandangan yang terdiri dari sejumlah piksel. Piksel adalah unit dasar yang membentuk citra, dan mereka diatur dalam larik dua dimensi. Dalam pengaturan ini, setiap piksel memiliki indeks baris dan kolom yang dinyatakan dalam bilangan

bulat. Piksel (0,0) terletak pada sudut kiri atas citra, dan dari sana, indeks x bertambah ketika bergerak ke kanan, sementara indeks y bertambah ketika bergerak ke bawah. Dengan kata lain, indeks piksel menggambarkan posisi relatif setiap piksel dalam citra. Pengolahan citra memiliki banyak aplikasi, termasuk dalam bidang pengenalan pola, visi komputer, kedokteran, dan banyak lagi. Metode dan algoritma yang digunakan dalam pengolahan citra dapat membantu meningkatkan kualitas gambar, mengidentifikasi objek, atau mengekstraksi informasi yang bermanfaat. Penggunaan teknologi pengolahan citra semakin berkembang seiring dengan kemajuan teknologi dan memberikan kontribusi signifikan di berbagai sektor[12]–[14].

2.4 Screenshot

Screenshot adalah representasi visual dari tampilan layar yang diambil oleh perangkat atau media lainnya. Proses pengambilan screenshot melibatkan pemotretan tampilan yang sedang ditampilkan pada layar pada suatu waktu tertentu. Gambar ini kemudian dapat digunakan untuk berbagai tujuan, tergantung pada kebutuhan pengguna. Penggunaan screenshot sangat beragam. Salah satu penggunaan umumnya adalah untuk mendemonstrasikan suatu program atau aplikasi. Pengguna dapat mengambil screenshot tampilan layar yang mencakup fitur atau fungsi yang ingin mereka tunjukkan kepada orang lain. *Screenshot* juga dapat digunakan sebagai bukti tertulis, seperti saat seseorang ingin mencatat atau membuktikan sesuatu yang muncul di layar pada suatu saat. Selain itu, *screenshot* digunakan dalam berbagai konteks, termasuk dalam pembelajaran, dokumentasi, dan pengarsipan informasi. Dalam era digital, kemampuan untuk dengan cepat dan mudah mengambil screenshot telah menjadi alat yang sangat berguna dalam berbagai situasi. Dengan hanya beberapa klik, pengguna dapat membuat representasi visual dari apa yang mereka lihat di layar, yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan[15]–[17].

2.5 Metode Template Matching

Pada dasarnya *template matching* adalah proses yang sederhana. Suatu citra masukan yang mengandung template tertentu dibandingkan dengan template pada basis data. *Template* ditempatkan pada pusat bagian citra yang akan dibandingkan dan dihitung seberapa banyak titik yang paling sesuai dengan *template*. Proses ini melibatkan langkah berulang di seluruh citra masukan yang akan dibandingkan. Nilai kesesuaian titik yang paling tinggi antara citra masukan dan citra *template* mengindikasikan bahwa template tersebut adalah citra template yang paling sesuai dengan citra masukan. Citra *template* ditempatkan pada citra masukan, dan kemudian tingkat kesesuaian pola antara keduanya dihitung. Perbandingan ini memberikan informasi tentang sejauh mana citra masukan cocok dengan citra *template*. Tingkat kesesuaian ini dapat dihitung berdasarkan nilai eror terkecil, yang dijelaskan dalam Persamaan 1[18].

$$\min e = \sum 1(x, y) \in W - 1x, y - Tx, y)2$$

I adalah pola *pixel* citra masukan yang akan dibandingkan. T adalah pola *pixel* citra template. Template dengan nilai eror paling kecil adalah *template* yang paling sesuai dengan citra masukan yang akan dibandingkan. Ukuran objek yang beragam bisa diatasi dengan menggunakan template berbagai ukuran. Namun hal ini membutuhkan tambahan ruang penyimpanan. Penambahan template dengan berbagai ukuran akan membutuhkan komputasi yang besar. Jika suatu template berukuran persegi dengan ukuran $m \times m$ dan sesuai dengan citra yang berukuran $N \times N$, dan dimisalkan $pixel^2$ sesuai dengan semua titik citra, maka komputasi yang harus dilakukan adalah $O(N^2m^2)$. Komputasi tersebut harus dilakukan dengan template yang tidak beragam. Jika parameter template bertambah, seperti ukuran template yang beragam, maka komputasi yang dilakukan juga akan bertambah. Hal ini yang menyebabkan metode *template matching* menjadi lambat[19].

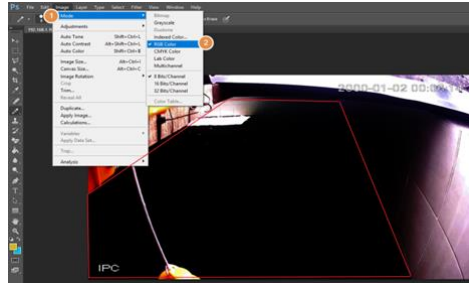
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa

Pada bagian ini, akan dijelaskan tahapan dan algoritma yang digunakan dalam sistem pengenalan citra berwarna, dengan fokus utama pada citra berwarna penampungan air menggunakan metode *template matching*. Tahapan ini mencakup berbagai aspek penting dalam sistem pengenalan citra. Pertama, ada tahap pelatihan sistem yang mencakup pengolahan data awal dan pembentukan model acuan. Selanjutnya, tahap akuisisi data melibatkan pengambilan sampel screenshot dari penampungan air yang akan diuji. Setelah itu, tahap pemrosesan mencakup transformasi citra menjadi format biner yang siap untuk diekstraksi ciri-cirinya. Terakhir, tahap ekstraksi ciri digunakan untuk mengidentifikasi dan menghitung frekuensi kemunculan pola yang relevan dalam citra. Seluruh rangkaian tahapan ini menjadi dasar dalam proses pengenalan citra berwarna menggunakan metode *template matching* pada penampungan air, yang berkontribusi pada pemantauan dan pengelolaan ketinggian air yang akurat.

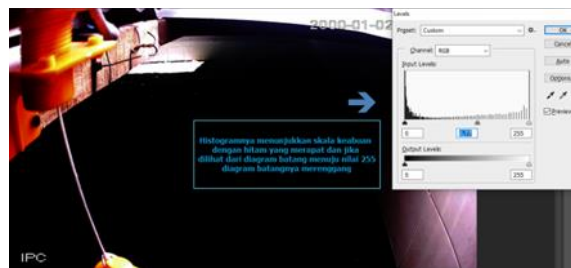
3.2 Penerapan Metode Template Matching

Adapun citra RGB pada hasil capture penampungan air adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Screenshot penampungan air

Setelah menganalisis hasil tangkapan dari kamera IP dengan bantuan aplikasi *Photoshop*, ditemukan bahwa citra penampungan air menunjukkan tingkat ketidajelasan yang signifikan. Kondisi ini mengakibatkan sulitnya mendapatkan informasi rinci mengenai persediaan air yang ada di dalamnya. Identifikasi jumlah dan tingkat ketinggian air dalam penampungan menjadi sangat sulit. Masalah ketidajelasan dalam citra ini memiliki potensi dampak negatif terutama dalam pemantauan dan pengelolaan persediaan air, terutama dalam kondisi minim cahaya atau pada malam hari. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah ini dengan menerapkan metode *template matching* pada citra berwarna untuk mendeteksi ketinggian air dengan lebih akurat dan efektif. Adapun ukuran skala keabuan yang dimiliki citra tersebut sebagai berikut.



Gambar 2. Histogramscreenshot penampungan air

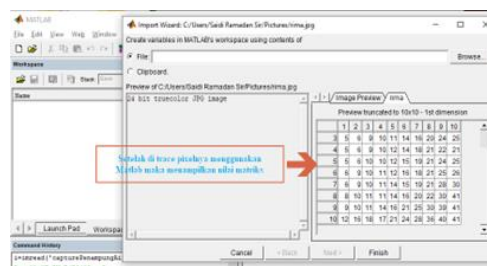
Dari hasil tangkapan kamera IP yang diberikan, diperlukan pembuatan langkah-langkah yang efektif untuk mengidentifikasi dan memetakan posisi air dalam penampungan air. Metode yang akan digunakan adalah metode *template matching*. Langkah-langkah ini akan memungkinkan penggunaan metode *template matching* pada citra berwarna untuk secara akurat mendeteksi posisi dan ketinggian air dalam penampungan air. Dengan demikian, penggunaan teknologi ini akan memberikan solusi yang lebih baik untuk pemantauan dan pengelolaan persediaan air, terutama dalam kondisi minim cahaya atau pada malam hari. Dengan demikian, metode *template matching* akan memberikan perbaikan yang signifikan dalam mendapatkan informasi mengenai kondisi air di penampungan air.

1. Langkah pertama adalah melakukan melacak ukuran terhadap citra RGB pada penampungan air.



Gambar 3. Citra RGB screenshot penampungan air

2. Langkah selanjutnya adalah melakukan pencarian nilai matriks yang terkandung pada citra rgb pada hasil *screenshot* penampungan air.



Gambar 4. Nilai matriks screenshot penampungan air

Citra berwarna, yang semula dalam matriks 10 x 10, diubah menjadi matriks 4 x 4 dengan matriks asal dikelilingi oleh nilai-nilai 0. Hal ini dilakukan untuk menyederhanakan citra penampungan air dalam proses analisis dan pengenalan motif batik:

0	0	0	0	0	0
0	5	6	9	10	0
0	5	6	9	10	0
0	5	6	10	10	0
0	6	9	10	11	0
0	6	9	10	11	0
0	0	0	0	0	0

Lalu matriks tersebut dikonvolusikan dengan matriks konvolusi (*Konvolutioan Mask*) K [L,J]:

2	-1	0
-1	0	1
0	1	2

Proses konvolusi mengambil nilai tiap elemen awal matriks menjadi matriks 3 x 3 dimana elemen tersebut terletak pada elemen 2 x 2 dan yang menjadi elemen lain adalah elemen tetangganya, Jika tidak ada maka elemen tetangga diberi nilai 0, lalu dilakukan *looping* hingga elemen berakhir.

$$f = (x, y) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 6 & 9 & 10 & 0 \\ 0 & 5 & 6 & 9 & 10 & 0 \\ 0 & 5 & 6 & 10 & 10 & 0 \\ 0 & 6 & 9 & 10 & 11 & 0 \\ 0 & 6 & 9 & 10 & 11 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} * g(x, y) \begin{pmatrix} 2 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$$

Ketika kernel ditempatkan di sudut kiri atas, langkah pertama adalah menghitung nilai piksel di posisi (0,0) dalam kernel tersebut. Hal ini merupakan langkah awal dalam operasi pengolahan citra menggunakan kernel, di mana nilai piksel di titik awal kernel digunakan sebagai referensi dalam proses konvolusi dengan citra.

$$\mathbf{Konvolusi} = (-2 * 5) + (-1 * 6) + (0 * 9) + (-1 * 5) + (0 * 6) + (-1 * 9) + (0 * 5) + (1 * 6) + (2 * 10) = (-4)$$

Saat menggeser kernel satu piksel ke kanan, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai piksel di posisi (0,0) dalam kernel. Ini merupakan bagian penting dalam proses konvolusi dan memungkinkan kernel berpindah untuk mendeteksi pola dalam citra saat menjalankan operasi pengolahan citra.

$$\mathbf{Konvolusi} = (-2 * 6) + (-1 * 9) + (0 * 10) + (-1 * 6) + (0 * 9) + (1 * 10) + (0 * 6) + (1 * 10) + (2 * 10) = (13)$$

Setelah kernel digeser satu piksel ke kanan, nilai piksel pada posisi (0,0) dalam kernel dihitung. Dalam situasi di mana kernel berada di pinggir kiri citra, operasi konvolusi diabaikan, dan nilai piksel pada sisi kiri dipertahankan seperti citra asal. Ini penting untuk memastikan bahwa operasi konvolusi berlangsung dengan benar dan tidak menyebabkan perubahan yang tidak diinginkan pada bagian tepi citra.

Dilanjutkan dengan menggeser kernel satu piksel ke bawah, kemudian memulai proses konvolusi dari sisi kiri citra. Pada tahap ini, nilai piksel pada posisi (0,0) dalam kernel dihitung kembali sesuai dengan operasi konvolusi yang sedang berlangsung.

$$\mathbf{Konvolusi} = (-2 * 5) + (-1 * 6) + (0 * 9) + (-1 * 5) + (0 * 6) + (1 * 10) + (0 * 6) + (1 * 9) + (2 * 10) = (18)$$

Selanjutnya, kernel digeser satu piksel ke kanan untuk menjalankan operasi konvolusi, dan pada saat itu, perhitungan nilai piksel pada posisi (0,0) dalam kernel diperbarui sesuai dengan aturan konvolusi yang berlaku. Operasi konvolusi ini memungkinkan kita untuk mendeteksi pola dan fitur dalam citra dengan mengaplikasikan kernel pada seluruh citra untuk menghasilkan citra konvolusi yang mengungkapkan informasi yang bermanfaat.

$$\mathbf{Konvolusi} = (-2 * 6) + (-1 * 9) + (0 * 10) + (-1 * 6) + (0 * 10) + (1 * 10) + (0 * 9) + (1 * 10) + (2 * 11) = (15)$$

Kemudian, kernel digeser satu piksel ke arah kanan, dan pada saat itu, perhitungan nilai piksel pada posisi (0,0) dalam kernel diperbarui sesuai dengan aturan konvolusi yang berlaku. Meskipun konvolusi dijalankan, nilai-nilai piksel di sepanjang pinggir kiri citra tetap sama seperti dalam citra asli karena konvolusi terkait lebih pada bagian tengah citra daripada pinggirnya yang menggantung, sehingga nilai-nilainya tidak berubah.

Kernel akan digeser satu piksel ke arah kanan, lalu akan menghitung nilai piksel pada posisi (0,0) dalam kernel. Proses ini berfungsi untuk memproses citra dan mengidentifikasi perubahan yang terjadi pada piksel-piksel di sepanjang tepi citra. Konvolusi dilakukan untuk memeriksa intensitas warna piksel sekitarnya dan menghasilkan representasi citra yang telah disaring. Proses ini penting dalam berbagai aplikasi pemrosesan citra dan pengenalan pola.

$$\mathbf{Konvolusi} = (-2 * 5) + (-1 * 6) + (0 * 10) + (-1 * 6) + (0 * 9) + (1 * 10) + (0 * 6) + (1 * 9) + (2 * 10) = (17)$$

Kemudian, kernel akan digeser satu piksel ke arah bawah, memulai proses konvolusi lagi dari sisi kiri citra. Di sini, kita menghitung nilai piksel pada posisi (0,0) dalam kernel. Langkah ini merupakan bagian integral dari proses deteksi tepi dalam pemrosesan citra dan membantu mengidentifikasi perubahan signifikan dalam intensitas warna di sepanjang tepi citra.

$$\mathbf{Konvolusi} = (-2 * 6) + (-1 * 10) + (0 * 10) + (-1 * 9) + (0 * 10) + (1 * 11) + (0 * 9) + (1 * 10) + (2 * 11) = (12)$$

Kernel digeser satu piksel ke kanan, dan selanjutnya, nilai piksel pada posisi (0,0) dalam kernel dihitung. Proses ini merupakan salah satu tahapan penting dalam teknik konvolusi dalam pemrosesan citra. Ketika kernel bergeser melewati citra, ia mendeteksi perubahan intensitas warna, yang penting dalam menemukan tepi atau batasan objek dalam citra. Proses ini memungkinkan analisis lebih lanjut untuk mengekstraksi fitur dari citra, seperti tepi objek, yang digunakan dalam berbagai aplikasi pengolahan citra.

3.3 Tampilan Program

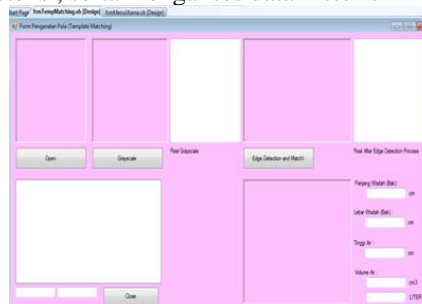
Antarmuka program ini menampilkan setiap aplikasi yang telah dikembangkan dalam sistem, memungkinkan pengguna untuk mengakses dan menjalankannya dengan mudah serta efisien.

Menu utama ini berfungsi sebagai tampilan awal dari program deteksi tepi ketinggian air, menawarkan akses langsung ke berbagai fitur dan fungsi yang terkait dengan deteksi dan pemantauan tinggi air dalam penampungan air. Dari sini, pengguna dapat dengan cepat dan mudah menjelajahi fitur-fitur utama program ini, termasuk pengaturan, analisis data, dan kontrol operasi deteksi ketinggian air.



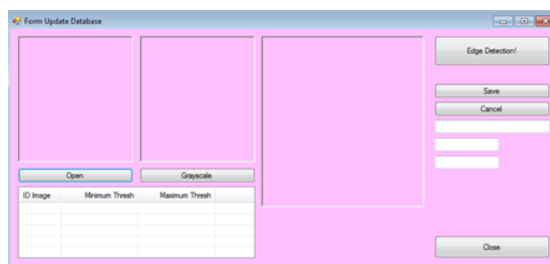
Gambar 5. Menu utama

Form deteksi ketinggian air berfungsi sebagai tampilan antarmuka yang menyajikan berbagai elemen dan kontrol yang diperlukan untuk mengoperasikan sistem deteksi ketinggian air pada penampungan air. *Form* ini memungkinkan pengguna untuk mengakses dan mengelola proses deteksi ketinggian air dengan lebih mudah dan efisien, termasuk mengatur parameter, memantau hasil deteksi, serta mengakses data historis



Gambar 6. *Form* deteksi ketinggian air

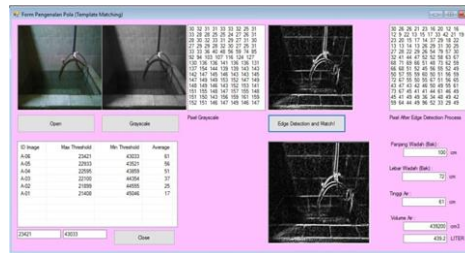
Form Update Database ini memfasilitasi pengguna dalam memperbarui database. Pada *form* ini, pengguna akan menemukan antarmuka yang memungkinkan mereka untuk memasukkan perubahan atau penambahan data ke dalam database yang ada. Dengan menggunakan *form* ini, proses pengelolaan dan pemeliharaan database dapat dilakukan dengan lebih mudah dan efisien, sehingga memastikan bahwa data yang tersimpan dalam database selalu terbaru dan akurat.



Gambar 7. *Form* update database

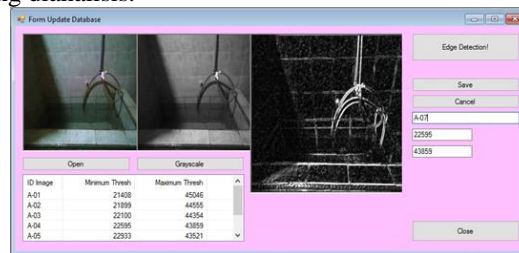
3.4 Hasil Pengujian Program

Output pada halaman deteksi citra *screenshot* menampilkan citra dalam bentuk grayscale. Ini berarti bahwa citra yang ditampilkan telah dikonversi menjadi citra hitam-putih, yang umumnya lebih mudah untuk dianalisis daripada citra berwarna. *Output* ini merupakan langkah awal dalam proses deteksi ketinggian air pada penampungan air dan memberikan landasan untuk pengolahan lebih lanjut guna mengidentifikasi dan memonitor perubahan ketinggian air dengan akurat.



Gambar 8. *Output* deteksi citra *screenshot*

Form Update Database adalah halaman yang digunakan untuk mengelola dan memperbarui data dalam *database*. Pada halaman ini, pengguna dapat memasukkan data baru, mengedit data yang ada, atau menghapus data yang tidak diperlukan. Ini memberikan fleksibilitas dalam memelihara dan memperbarui database sesuai dengan kebutuhan. Dengan adanya fitur "*Update Database*," sistem menjadi lebih responsif terhadap perubahan dan pembaruan yang terkait dengan data penampungan air dan citra yang dianalisis.



Gambar 9. *Output Update Database*

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan efektivitas penggunaan metode template matching dalam pengolahan citra untuk mendeteksi ketinggian air dalam penampungan. Hasil temuan ini menyediakan solusi nyata untuk masalah deteksi tingkat ketinggian air yang memainkan peran penting dalam pemantauan dan pengelolaan pasokan air, terutama pada kondisi minim cahaya atau malam hari. Dengan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic 2008* dan database *MySQL*, penelitian ini menghasilkan persamaan yang dapat mengukur ketinggian air dengan tingkat akurasi yang memadai. Persamaan ini dapat digunakan sebagai dasar untuk mengembangkan peraturan dan pedoman yang akan mendukung berbagai pemangku kepentingan dalam manajemen sumber daya air. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam perkembangan teknologi deteksi ketinggian air, yang relevan dengan kebutuhan sehari-hari, baik di rumah tangga maupun dalam berbagai sektor yang mengandalkan penampungan air, seperti industri, pertanian, dan sektor publik. Implementasi metode template matching juga membuka peluang penggunaan teknologi ini dalam berbagai konteks yang memerlukan pemantauan tingkat air secara akurat dan efisien. Dengan demikian, penelitian ini memiliki dampak positif dalam mengatasi tantangan pengelolaan air yang semakin penting, terutama di tengah perubahan iklim dan pertumbuhan populasi yang terus meningkat. Hasil penelitian ini dapat memberikan dasar bagi pengembangan teknologi dan pedoman yang lebih baik dalam mengelola dan memantau ketersediaan air.

REFERENCES

- [1] R. D. Pratama, S. Samsugi, and J. P. Sembiring, "Alat Deteksi Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik Dengan Database," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 1, pp. 45–55, 2022.
- [2] H. Muchtar and R. Apriadi, "Implementasi pengenalan wajah pada sistem penguncian rumah dengan metode template matching menggunakan open source computer vision library (opencv)," *Resist. (elektronika kEndali Telekomun. tenaga List. kOmpuTeR)*, vol. 2, no. 1, pp. 39–42, 2019.
- [3] A. K. Trivedi, D. M. Thounaojam, and S. Pal, "Non-invertible cancellable fingerprint template for fingerprint biometric," *Comput. Secur.*, vol. 90, p. 101690, 2020.
- [4] S. Muharom, "Pengenalan Nomor Ruangan Menggunakan Kamera Berbasis OCR Dan Template Matching," *J. Inf.*, vol. 3, no. 2, p. 57, 2019.
- [5] M. Michael, F. Tanoto, E. Wibowo, F. Lutan, and A. Dharma, "Pengenalan Plat Kendaraan Bermotor dengan Menggunakan

- Metode Template Matching dan Deep Belief Network,” *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 19, no. 1, pp. 27–36, 2019.
- [6] M. C. Solin, G. Ginting, M. Julyus, and F. Sirati, “Penerapan Metode Template Matching pada Citra Berwarna,” *J. Pelita Inform.*, vol. 7, no. 3, pp. 310–312, 2019, [Online]. Available: http://id.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic.
- [7] F. Flaurensia, T. Rismawan, and R. Hidayati, “Pengenalan Motif Batik Indonesia Menggunakan Deteksi Tepi Canny Dan Template Matching,” *J. Coding, Sist. Komput. Untan*, vol. 4, no. 2, pp. 130–140, 2016.
- [8] A. Putra, V. Sihombing, and M. H. Munandar, “Rancang bangun aplikasi deteksi tepi citra digital menggunakan algoritma prewitt,” *J. Tekinkom (Teknik Inf. dan Komputer)*, vol. 4, no. 1, pp. 83–87, 2021.
- [9] W. Supriyanti, “Rancang Bangun Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Penerima Beasiswa dengan Metode SAW,” *Creat. Inf. Technol. J.*, vol. 1, no. 1, p. 67, 2015, doi: 10.24076/citec.2013v1i1.11.
- [10] A. A. Poetra, R. Nandika, and T. K. Wijaya, “PROTOTIPE SISTEM MONITORING KETINGGIAN AIR PADA TANGKI BERBASIS INTERNET OF THINGS,” *SIGMA Tek.*, vol. 6, no. 1, pp. 97–108, 2023.
- [11] T. F. Ramadhan and W. Triono, “Sistem Monitoring Ketinggian Air Dan Pengendalian Pintu Air Berbasis Microcontroller Nodecode Mcu Esp8266,” *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 10, no. 2, 2021.
- [12] A. Selao, “APLIKASI PENGOLAHAN CITRA SEBAGAI MEDIA PENGENALAN BATIK NUSANTARA,” *J. Sintaks Log.*, vol. 1, no. 3, pp. 172–177, 2021.
- [13] Y. F. Mangaras, B. Y. Bambang Yuwono, and B. P. Dessyanto, “Dasar Pengolahan Citra Digital.” LPPM UPN Veteran Yogyakarta, 2022.
- [14] C. Zonyfar, *Pengolahan Citra Digital: Sebuah Pengantar*. Desanta Publisher, 2020.
- [15] J. Hafidz, “Penyebaran Screenshot Whatsapp dalam Perspektif Etika dan Hukum Pidana,” *J. Cakrawala Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 58–73, 2021.
- [16] W. Astuti, “Implementasi metode super resolusi untuk meningkatkan kualitas citra hasil screenshot,” *JURIKOM (Jurnal Ris. Komputer)*, vol. 7, no. 3, pp. 432–438, 2020.
- [17] I. G. P. A. Juniarta, I. N. G. Sugiarta, and N. M. P. Ujianti, “Keabsahan Hasil Cetak Screenshot Sebagai Alat Bukti dalam Pemeriksaan Perkara Perdata,” *J. Konstr. Huk.*, vol. 2, no. 2, pp. 401–405, 2021.
- [18] D. David, R. Robet, and R. Raymond, “Aplikasi Pengenalan Ikan Berformalin Melalui Deteksi Mata Menggunakan Metode Template Matching Dan Metode Klasifikasi KNN,” *J. Ilm. Core IT Community Res. Inf. Technol.*, vol. 10, no. 4, 2022.
- [19] A. Febriansyah, “Pengenalan Isyarat Abjad Pada Sistem Isyarat Bahasa Indonesia Dengan Menggunakan Metode Template Matching Halaman sampul.” Politeknik Negeri Jember, 2020.