

Rancang Bangun Sistem Pendeteksi dan Pengenalan Angka Pada Meteran Air PDAM Menggunakan Metode *Template Matching Correlation*

Indra Hermawan

Program Studi Teknik Informatika
Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri
Jl. Lenteng Agung Raya No. 20
email : indra@nurulfikri.ac.id /indrah13@gmail.com

Abstrak

Pada penelitian ini akan dijelaskan mengenai sistem pendeteksi dan pengenalan angka pada meteran PDAM menggunakan metode *template matching correlation*. Tujuan dari pengembangan sistem ini adalah untuk meningkatkan akurasi pencatatan penggunaan air bersih. Secara garis besar sistem ini dibagi menjadi tiga tahapan yaitu pengolahan awal citra, pendeteksian dan pengenalan. Pada tahapan pengolahan awal citra terdiri dari konversi citra, penajaman citra, denoising citra, dan binerisasi citra. Pada tahapan pendeteksian, proses diawali dengan segmentasi citra menggunakan *bounding box* kemudian dilanjutkan dengan normalisasi citra. Setelah objek angka dideteksi maka dilakukan proses pengenalan menggunakan metode *template matching correlation*. Pada proses ini suatu citra input akan dibandingkan dengan citra dalam *database* dengan cara menghitung nilai korelasi. Berdasarkan hasil pengujian, sistem pendeteksian dan pengenalan menggunakan *template matching correlation* memiliki tingkat akurasi pengenalan baik dengan akurasi pengenalan 98,86%.

Kata Kunci: Meteran Air, *Bounding Box*, *Template Matching Correlation*

1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu komponen penting dalam kehidupan selain udara dan tanah. Sehingga keberadaannya harus dijaga baik secara kualitas maupun kuantitasnya. Air banyak dimanfaatkan sebagai air minum, selain itu air juga digunakan dalam kegiatan manusia sehari-hari seperti untuk mandi, mencuci, memasak, dan keperluan lainnya. Tidak hanya digunakan untuk keperluan pribadi saja, air juga digunakan untuk keperluan peningkatan kesejahteraan orang banyak seperti untuk pengairan pertanian, pembangkit listrik, industri dan lain sebagainya. Dari tahun ke tahun kebutuhan akan air, khususnya di kota-kota besar, terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan, jumlah penduduk, dan industrialisasi.

Jakarta merupakan salah satu kota besar yang memiliki laju pertumbuhan yang pesat pada setiap sektor kehidupan yang menyebabkan kebutuhan akan air bersih meningkat. Sekitar 70% kebutuhan air bersih tersebut masih menggantungkan kepada air tanah [1]. Penggunaan air tanah terus menerus akan menyebabkan berkurangnya jumlah air tanah dan menurunnya kualitas air tanah. Pada penelitian Hendrawati [2], dilakukan analisa beberapa parameter kimia dan kandungan logam pada air tanah di Jakarta. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil analisis kualitas air tanah/sumur di daerah pemukiman Jakarta diperoleh hasil sebagai berikut:

- 1) parameter suhu berkisar antara 27.00-28.50 derajat C,
- 2) untuk analisis parameter pH berkisar antara 5.7 sampai 7.8,
- 3) untuk analisis parameter kadar amoniak kurang dari 0.01-0.34 mg/L,
- 4) untuk analisis parameter kadar klorida 22.33-64.7 mg/L,
- 5) untuk analisis parameter kadar besi secara umum berada di bawah ambang batas.

Keseluruhan parameter tersebut menunjukkan bahwa kualitas air yang ada di bawah standar baku mutu Depkes yang tercantum dalam Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Standar Kualitas Air Minum.

Terus menurunnya kualitas dan kuantitas air tanah, mendorong pemerintah untuk mengembangkan suatu sistem yang dapat menyediakan air bersih untuk masyarakatnya. Salah satu penyedia jasa air bersih yang dibentuk pemerintah adalah Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Air disalurkan ke rumah-rumah penduduk dan ke industri-industri melalui pipa-pipa bawah tanah. Dengan adanya PDAM ini maka kebutuhan masyarakat dan industri akan air bersih dapat terpenuhi.

Untuk mengetahui jumlah pemakaian air oleh masyarakat dan industri, PDAM menggunakan

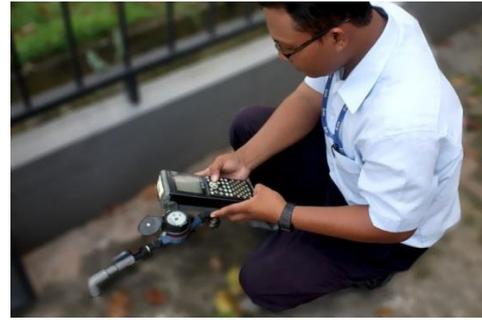
flowmeter atau biasa disebut meteran air. Alat ini akan dipasangkan di setiap rumah warga dan industri. Untuk mengetahui jumlah pemakaian air maka setiap bulannya petugas PDAM akan melakukan pencatatan jumlah air yang digunakan berdasarkan angka yang tertera pada *flowmeter*.

Data tersebut akan digunakan sebagai acuan jumlah biaya yang harus dibayarkan oleh masyarakat dan industri. Pencatatan secara manual dinilai kurang akurat bagi PDAM sehingga mengakibatkan banyaknya masyarakat yang mengeluhkan jumlah biaya yang dibayarkan tidak sesuai dengan jumlah air yang digunakan. Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian putra pada tahun 2011 [3], menunjukkan bahwa pada tahun 2009 hampir 80% keluhan pelanggan di salah satu PDAM terjadi karena jumlah tagihan pembayaran rekening air yang harus dibayar tidak sesuai dengan volume penggunaan yang tercantum/tertera di meteran. Hal tersebut dapat terjadi salah satunya karena kesalahan pencatatan oleh petugas PDAM. Kesalahan pencatatan oleh petugas PDAM biasanya terjadi karena beberapa hal seperti *flowmeter* yang sudah tua sehingga tampilan angka tidak terlihat jelas, posisi pemasangan *flowmeter* yang terlalu dalam, *flowmeter* yang tertimbun tanah, atau *flowmeter* yang terendam air.



Gambar 1. Beberapa kendala yang dihadapi petugas PDAM dalam pengambilan data angka pada *flowmeter*.

Untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat dan industri dalam hal pembacaan angka meter serta mengurangi kehilangan air, maka saat ini PDAM telah menggunakan alat yang dilengkapi tombol untuk memasukan data besarnya pemakaian air. Alat ini biasa disebut *Handy Terminal* (HT).



Gambar 2. Proses pencatatan penggunaan air oleh petugas PDAM menggunakan Handy Terminal.

Alat ini memiliki beberapa kelebihan, diantaranya biaya yang dikeluarkan dari mulai mencatat hingga memasukan data jauh lebih murah, data yang dimasukan di lapangan dapat langsung dibaca oleh *server* sehingga memudahkan evaluasi pencatatan meter, urutan data pencatatan dapat diatur oleh pencatat meter sendiri sehingga lebih mudah dikerjakan dilapangan. Selain itu, alat ini juga dapat melaporkan kasus-kasus yang terjadi di lapangan dengan cara langsung mengirimkan foto keadaan seperti angka pada *flowmeter* sudah tidak jelas, *flowmeter* rusak atau hilang, terjadinya kebocoran pipa sehingga dapat termonitor secara langsung.

Meskipun memiliki banyak keunggulan dibandingkan dengan sistem pencatatan secara manual, pada kenyataannya masih saja ada pelanggan yang mengeluhkan ketidaksesuaian antara biaya yang harus dibayarkan dengan jumlah air yang digunakan. Hal ini bisa disebabkan kesalahan dalam memasukan data. Kesalahan tersebut bisa dikarenakan petugas harus menginput ratusan data dalam satu wilayah, sehingga faktor *human error* besar kemungkinan menjadi penyebabnya.

Berdasarkan pada latar belakang tersebut maka pada penelitian ini dikembangkan sebuah sistem pendeteksi dan pengenalan angka pada meteran air PDAM yang mampu membaca data angka pada meteran air PDAM melalui citra atau gambar.

2. Tinjauan Pustaka

A. Penelitian Terkait

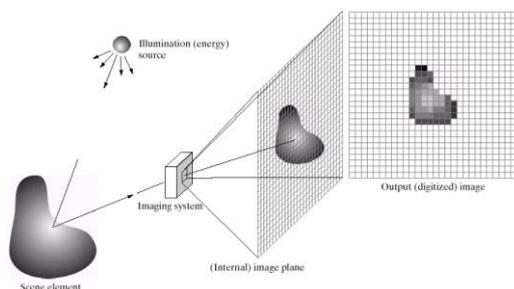
Pengenalan pola atau biasa disebut *pattern recognition* merupakan suatu proses klasifikasi dari objek atau pola menjadi beberapa kategori atau kelas dengan tujuan untuk melakukan pengambilan keputusan [4]. Untuk mendapatkan informasi dari sebuah citra maka diperlukan pengenalan pola. Pola merupakan sebuah entitas yang dimiliki sebuah citra yang terdefinisi dan dapat didefinisikan melalui ciri-ciri (*feature*) yang dimilikinya. Berdasarkan ciri-ciri tersebut suatu pola dapat dibedakan dengan pola yang lainnya.

Pengenalan pola memiliki tujuan untuk menentukan suatu kelompok untuk kategori pola berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki pola tersebut atau dapat dikatakan pengenalan pola berfungsi untuk membedakan suatu objek terhadap objek yang lainnya.

Dalam penelitian ini dilakukan pengenalan pola angka pada citra. Pengenalan pola angka biasanya diterapkan untuk mengenali angka pada plat nomor kendaraan, meteran listrik, meteran PDAM dan lain sebagainya. Beberapa penelitian yang terkait dengan pengenalan pola diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Andi tahun 2014 [5] dilakukan pendeteksian angka pada meteran listrik menggunakan metode jaringan syaraf tiruan *back propagation*. Berdasarkan hasil pengujian sistem yang dibangun mampu mengenali angka dengan tingkat akurasi 100%. Namun sistem ini kurang baik jika diterapkan pada gambar yang tergradasi seperti buram, silau, terdapat derau dan jarak pengambilan gambar yang terlalu jauh sehingga menyebabkan ukuran objek angka yang terlalu kecil.

B. Pengolahan Citra Digital

Sebuah citra atau gambar merupakan salah satu komponen multimedia yang memegang peranan sangat penting sebagai bentuk dari interpretasi data secara visual. Dimana kelebihan dari sebuah citra dibandingkan dengan data teks diantaranya adalah gambar kaya informasi. Hal ini diabadikan dalam sebuah pribahasa “sebuah gambar bermakna lebih dari seribu kata”. Secara harfiah sebuah citra merupakan sebuah gambar pada bidang 2D. Jika dipandang dari sudut matematis sebuah gambar merupakan fungsi kontinu (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang 2D. Proses pembentukan citra diawali dengan sebuah sumber cahaya memancarkan sinarnya, kemudian sinar tersebut mengenai objek dan sinar tersebut akan terpantul. Sinar pantulan dari objek tersebut kemudian ditangkap oleh alat-alat optik, seperti mata, kamera, *scanner* dan lainnya, sehingga bayangan objek terekam.



Gambar 3. Proses pembentukan citra digital [6].

Sebuah citra yang dihasilkan oleh sistem perekam dapat bersifat [7]:

- Optik berupa foto
- Analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi
- Digital yang dapat langsung disimpan pada sebuah pita magnetic

Walaupun sebuah citra kaya akan informasi, namun seringkali sebuah citra mengalami penurunan mutu atau kualitas, misalnya pada citra terdapat cacat atau adanya derau (*noise*), warnanya terlalu gelap atau terlalu terang, citra kurang tajam, citra tidak jelas atau mengalami buram, dan lain sebagainya.

Tentu saja hal tersebut dapat mempersulit dalam proses interpretasi karena sebagian informasi yang terdapat pada citra tersebut hilang. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka citra tersebut perlu diolah sehingga menghasilkan citra baru yang memiliki kualitas lebih baik. Bidang studi yang mempelajari proses tersebut adalah pengolahan citra (*image processing*). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengolahan citra merupakan suatu proses yang dilakukan pada sebuah citra, khusus dengan menggunakan alat bantu komputer, untuk menghasilkan sebuah citra baru yang memiliki kualitas yang lebih baik.



Gambar 4. Pengolahan citra. a) citra masukan, b) citra keluaran.

Pada umumnya proses pengolahan citra perlu dilakukan pada sebuah citra jika [8]:

- pada citra tersebut ingin ditingkatkan kualitas penampakannya atau ingin menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam citra,
- elemen didalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan atau diukur,
- sebagian citra perlu digabungkan dengan citra yang lain.

C. Template Matching Correlation

Template matching merupakan salah satu teknik dalam pengolahan citra digital yang digunakan untuk mencocokkan bagian-bagian pada suatu citra dengan citra yang menjadi *template* / acuan [9]. Menurut Hartono [10] metode ini memiliki kelebihan yaitu mudah dalam implementasinya dan mudah dalam membentuk *template*. Selain itu

kelebihan lainnya adalah waktu komputasi yang cepat sehingga dapat diterapkan pada aplikasi yang membutuhkan pemrosesan secara *realtime*. Namun dibalik kelebihan tersebut metode ini memiliki kekurangan diperlukan data *template* yang banyak untuk mendapatkan hasil pengenalan yang optimum.

Secara garis besar cara kerja metode ini adalah membandingkan citra masukan dengan citra *template* yang terdapat dalam basis data, kemudian akan dilakukan pencarian kesamaan dari kedua citra tersebut dengan menggunakan suatu aturan tertentu [11]. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, maka citra yang memiliki tingkat kesamaan/ kemiripan yang tinggi menentukan suatu citra tersebut dikenali sebagai salah satu dari *template*.

Kesamaan dari dua buah citra dapat dihitung nilainya dengan cara menghitung nilai korelasinya (*correlation*). Berikut ini adalah rumus untuk menghitung korelasi dua buah citra.

$$r = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i) \cdot (x_{jk} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)^2 \cdot \sum_{k=1}^n (x_{jk} - \bar{x}_j)^2}}$$

Dimana \bar{x}_i dirumuskan dengan persamaan x_i dan x_j seperti berikut ini.

$$x_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{ik}$$

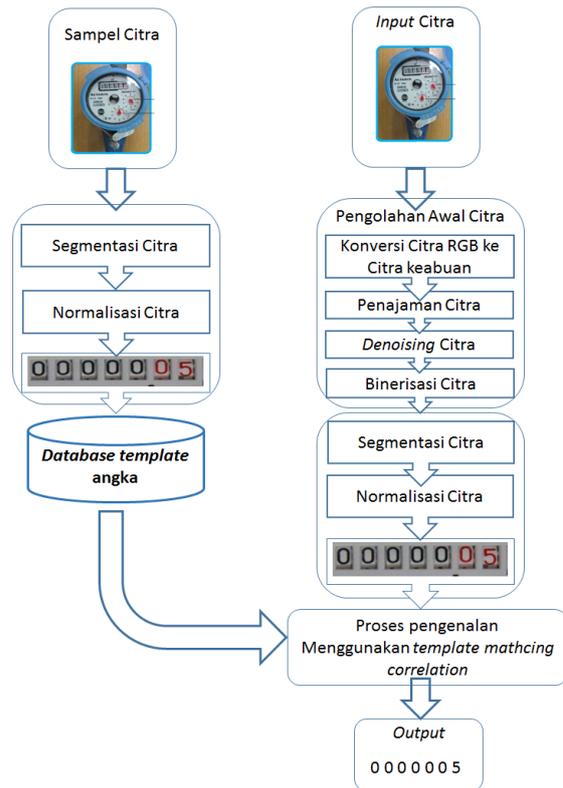
$$x_j = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_{jk}$$

Keterangan :

- r = nilai dari korelasi dua buah matriks (nilainya antara -1 sampai 1)
- x_{ik} = nilai piksel ke-k dalam matriks i.
- x_{jk} = nilai piksel ke-k dalam matriks j.
- \bar{x}_i = rata-rata nilai piksel matriks i.
- \bar{x}_j = rata-rata nilai piksel matriks j.
- n = menyatakan jumlah pixel dalam suatu matriks

3. Metodologi Penelitian

Blok diagram sistem pengenalan angka pada meteran PDAM ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram blok proses pembentukan *template* angka dan proses pengenalan angka.

Tahapan pertama dari penelitian ini adalah membentuk data referensi yang akan digunakan sebagai *template*. Proses yang dilakukan pada tahapan ini adalah akuisisi citra, segmentasi dan normalisasi. Proses akuisisi citra bertujuan untuk mendapatkan citra PDAM. Proses segmentasi bertujuan untuk memisahkan data citra angka dari citra PDAM. Proses segmentasi dilakukan secara manual dengan teknik *cropping*. Setelah proses segmentasi selesai maka proses selanjutnya adalah melakukan normalisasi pada citra angka. Tujuan dari proses ini adalah untuk mendapatkan ukuran data referensi angka yang sama.



Gambar 6. *Template* angka.

Tahapan kedua dari penelitian ini adalah membangun sistem pendeteksian dan pengenalan angka pada citra PDAM. Tampak pada gambar xx, proses yang terdapat pada tahapan ini adalah akuisisi citra, denoising citra, segmentasi citra, normalisasi citra, dan proses pengenalan

menggunakan metode *template matching correlation*.

A. Akuisisi citra

Proses akuisisi merupakan tahap awal dalam sistem pengenalan. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mendapatkan citra PDAM. Gambar 7 merupakan contoh citra hasil akuisisi.



Gambar 7. Contoh citra hasil akuisisi.

Pada proses akuisisi ini, posisi pengambilan citra PDAM dibatasi hanya dari bagian depan citra dengan tingkat kemiringan maksimum 15° baik ke kiri, ke kanan, ke atas dan ke bawah dan dengan jarak maksimum pengambilan 15 cm hal ini dikarenakan agar objek angka pada citra tidak terlalu kecil. Selain itu hal yang dibatasi pada proses akuisisi ini adalah pencahayaan dimana proses akuisisi citra dilakukan dengan pencahayaan yang cukup. Perangkat yang digunakan pada proses akuisisi ini adalah kamera *handphone* dengan resolusi maksimum 12MP.

B. Denoising citra

Denoising citra berfungsi untuk menghilangkan *noise* atau gangguan pada citra. Metode yang digunakan adalah *Median filter*. Metode ini memiliki kinerja yang baik untuk *salt and papper noise* atau *speckle noise*. Sebelum dilakukan proses tersebut, terlebih dahulu dilakukan proses penajaman citra dengan menggunakan *histogram equalization*. Tujuannya adalah agar diperoleh citra yang lebih tajam.



Gambar 8. Contoh gambar hasil denoising citra menggunakan metode *median filter*.

Gambar 8 merupakan hasil *denoising* citra dimana gambar menjadi lebih jelas dan *noise*-nya sudah berkurang.

C. Binerisasi citra

Binerisasi citra bertujuan untuk mengubah citra derajat keabuan menjadi citra biner. Citra biner adalah citra yang hanya memiliki dua nilai derajat keabuan yaitu 1 dan 0 [12]. Pada proses binerisasi citra metode yang digunakan adalah *thresholding*.

$$f_B(i, j) = \begin{cases} 1, & f_g(i, j) \leq T \\ 0, & \text{lainnya} \end{cases}$$

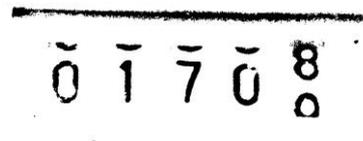
Keterangan:

$f_B(i, j)$ adalah citra derajat keabuan

$f_g(i, j)$ adalah citra biner

T adalah nilai ambang

Gambar 9 menunjukkan citra hasil binerisasi citra



Gambar 9. Contoh citra hasil binerisasi.

Pada penelitian ini jenis *template* yang digunakan memiliki karakteristik *background* berwarna hitam dan *foreground* berwarna putih. Oleh karena itu perlu dilakukan *invers* citra pada citra biner. Pada proses *invers* citra, piksel yang bernilai 1 akan diubah menjadi 0 dan piksel yang bernilai 0 akan di ubah menjadi 1. Gambar 10 merupakan citra hasil *invers* citra.



Gambar 10. Citra hasil inversi.

D. Segmentasi Citra

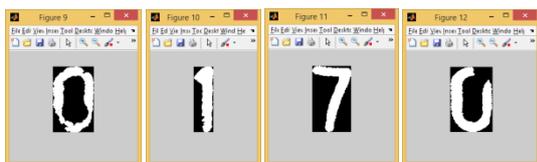
Segmentasi merupakan proses yang paling penting dalam pengenalan angka pada meteran PDAM karena keberhasilan tahapan berikutnya bergantung pada proses ini. Jika proses segmentasi gagal, sebuah karakter angka data tersegmentasi tidak tepat atau terbagi menjadi dua karakter. Salah satu solusi tepat untuk menyelesaikan permasalahan ini adalah dengan menggunakan metode *bounding box*. Metode *bounding box* digunakan untuk mengukur properti dari area citra. Metode ini juga dapat digunakan untuk permasalahan pendeteksian plat nomor kendaraan [13, 14, 15].

Gambar 11 menunjukkan citra hasil operasi segmentasi angka menggunakan metode *bounding box*. Tampak pada gambar area angka diberi tanda kotak segiempat.



Gambar 11. Hasil deteksi angka pada citra menggunakan metode *bounding Box*.

Gambar 12 merupakan angka-angka hasil deteksi yang telah dipisahkan.



Gambar 12. Karakter angka hasil segmentasi.

Pada penelitian ini pengenalan angka hanya dibatasi pada 4 (empat) angka pertama. Hal tersebut dikarenakan pada umumnya pencatatan angka oleh operator PDAM dilakukan pada 4 (empat) angka pertama.

E. Normalisasi citra

Normalisasi citra pada penelitian ini bertujuan untuk menyeragamkan ukuran citra dalam hal ini adalah citra angka. Proses normalisasi diperlukan untuk kebutuhan pengenalan [16]. Jadi setelah dilakukan proses segmentasi citra maka akan terbentuk beberapa citra angka. Beberapa citra tersebut pasti memiliki ukuran yang berbeda. Sehingga untuk menyeragamkannya maka diperlukan normalisasi citra. Ukuran citra setelah dinormalisasi adalah 42 x 24 piksel. Pada gambar 13 menunjukkan citra angka hasil normalisasi.

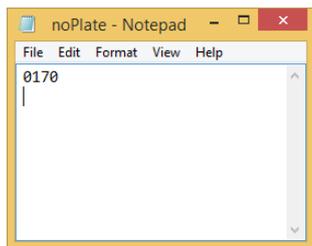


Gambar 13. Contoh citra angka hasil normalisasi.

F. Pengenalan dengan *template matching correlation*

Seperti yang dijelaskan pada sup bab sebelumnya metode yang digunakan untuk pengenalan angka pada penelitian ini adalah *template matching correlation*. Tujuan dari penggunaan metode ini adalah memiliki komputasi yang cepat sehingga memungkinkan untuk aplikasi yang memerlukan pemrosesan secara *realtime* seperti penelitian yang dilakukan pada [13,15,17].

Gambar 14 menunjukkan hasil pengenalan menggunakan metode *template matching correlation*.



Gambar 14. Hasil pembacaan.

4. Hasil dan Analisa

Pengujian terhadap sistem dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kinerjanya. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dikembangkan dengan menggunakan 3 jenis meteran PDAM yang berbeda. Pada gambar 15 merupakan ketiga jenis meteran yang umum digunakan.



Gambar 15 Jenis meteran PDAM

Dari setiap meteran tersebut akan dilakukan beberapa kali pengambilan data citra PDAM. Sehingga total citra PDAM yang akan digunakan sebagai sampel pengujian adalah 22.

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian sistem pendeteksi dan pengenalan angka pada citra PDAM.

Tabel 1. Tingkat akurasi pengenalan

No	Input Citra	Hasil Deteksi	Akurasi
		0170	100%
		0171	100%
		0118	100%
		0103	100%
		0201	100%
		1270	100%
		1098	100%
		1000	100%
		0119	100%
		1304	100%
		1007	100%
		1090	100%
		1136	75%
		1219	100%
		1045	100%
		1086	100%
		0267	100%
		0260	100%
		0262	100%
		0266	100%
		0363	100%

	0 2 0 1 9	0210	100%
Rata-rata akurasi			98,86%

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dikembangkan sistem pendeteksian dan pengenalan angka pada meteran PDAM menggunakan metode *template matching correlation*. Tujuannya adalah untuk meningkatkan akurasi pencatatan penggunaan air bersih. Implementasi telah dilakukan menggunakan perangkat lunak matlab R2009a.

Pengujian terhadap sistem yang dikembangkan telah dilakukan. Dimana berdasarkan hasil pengujian tersebut sistem dapat mengenali angka pada citra meteran PDAM dengan baik dengan tingkat akurasi pengenalan rata-rata 98,86%.

Untuk pengembangan berikutnya, penelitian akan dilanjutkan dengan menambahkan sampel citra PDAM dan jumlah *template* angka untuk meningkatkan akurasi pengenalan angka. Selain itu, akan coba diterapkan metode yang lebih cerdas seperti Jaringan Syaraf Tiruan, *Support Vector Machine*, *Random Forest*, dan metode lainnya, yang mampu belajar dengan cepat dan dapat mengenali angka walaupun belum pernah diajarkan.

6. Daftar pustaka

[1] Badan Pusat Statistik Jakarta, 2008, dalam Penyelidikan Konservasi Air Tanah di Cekungan Air Tanah Jakarta oleh Arismunandar dan Salahudin Arif tahun 2009.

[2] Hendrawati, 2007, Analisis Beberapa Parameter Kimia Dan Kandungan Logam Pada Sumber Air Tanah Di Sekitar Pemukiman Mahasiswa UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, Jurnal Syarif Hidayatullah State Islamic University (UIN) Jakarta, vol 1, No 1.

[3] Putra, C.G.D., 2011, Analisis Kepuasan Pelanggan pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Kabupaten Jembrana, Tesis, Universitas Udayana, Denpasar.

[4] Theodoridis, S. dan Koutroumbas, K., 2006, Pattern Recognition, 3rd edition, Academic Press, San Diego.

[5] Andi Sudiarmo and Rierien J. Marischaputri, 2014, "Back Propagation Neural Network Approach For Electricity Usage Meter Numeral Recognition", *International Journal*

of Mining, Metallurgy & Mechanical Engineering (IJMMME), Vol.2, Issue 2.

[6] Gonzalez, Rafael C., *Digital Image Processing*, Addison-Wesley Publishing, 2002.

[7] Murni, Aniati, 1992, Pengantar Pengolahan Citra, Elex Media Komputindo.

[8] Jain, Anil K, 1989, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice-Hall International.

[9] Putra, Darma, 2010, "Pengolahan Citra Digital", Penerbit Andi, Yogyakarta.

[10] Hartono, Suryo, Aris Sugiharto, dan Sukmawati Nur Endah, 2014, "Optical Character Recognition Menggunakan Algoritma Template Matching Correlation", *Journal of Informatic and Technology*, Vol 1, No 1, P 11-20.

[11] Brunelli Roberto, 2009, "Template Matching Techniques In Computer Science", John Willey & Sons. Inc.

[12] Munir, Rinaldi, 2004, "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik", Informatika, Bandung.

[13] Bhat, Ragini., Bijender Mehandia, 2014, "Recognition of Vehicle Number Plate Using Matlab", *International Journal Of Innovative Research Electrical, Electronics, Instrumentation And Control Engineering*, Vol 2, Issue 8.

[14] Sharman, Chetan., Amandeep kaur, 2011, "Indian Vehicle License Plate Extraction and Segmentation", *International Journal Of Computer Science And Communication*, Vol 2, No 2, PP. 593-599.

[15] Divya, Gilly, Kumudha Raimond, 2013, "License Plate Recognition- A Template Matching Method", *International Journal of Engineering Research and Application (IJERA)*, Vol.3, Issue 2, PP. 1240-1245.

[16] Cheriet M., Kharman N., Liu C., Suen C.Y., 2006. "Character Recognition System A Guide For Student And Practioners", John Wiley & Sons. Inc.

[17] Ahuja, Kavita., Preeti Tuli, 2013, "Object Recognition by Template Matching Using Correlations and Phase Angle Method", *International Journal of Advanced Research in Computing and Communication Engineering*, Vol.2, Issue 3.