

1993 PENGENALAN POLA ANGKA UNTUK PENCATATAN KWH METER SECARA OTOMATIS MENGGUNAKAN METODE *OPTICAL*

Erik Prakoso¹, T. Sutojo²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Jl. Nakula I No. 5-11, Semarang, Jawa Tengah 50131

Telp. (024) 3517261, Fax. (024) 3569684

Email : 111201206658@mhs.dinus.ac.id¹, tsutojo@dosen.dinus.ac.id²

Abstrak

Pencatatan meter dilakukan petugas pencatat meter pada akhir bulan. Metode pencatatan ada dua jenis. Pertama adalah dengan mencatat secara manual, yaitu menuliskan hasil pembacaan kWh meter ke dalam Daftar Pembacaan Meter (DPM). Karena dilakukan secara manual, cara ini memiliki kekurangan pada kemungkinan terjadinya kekeliruan penulisan. Kesalahan biasanya terjadi saat melakukan penyalinan atau pemindahan catatan dari daftar yang satu ke daftar yang lain. Kekeliruan pencatatan menimbulkan kerugian semua pihak. Dirugikan bila tagihan tiba-tiba membengkak karena tak sesuai kenyataan atau tidak *valid*. Sebab, terdapat energi listrik yang terpakai namun tidak terbayar. Dengan kemajuan teknologi, penulis mengembangkan cara kedua pencatatan meter. Yaitu dengan membuat aplikasi KWH Meter SQLite. Dengan menggunakan OCR (*Optical Character Recognition*) proses konversi dari pengambilan citra gambar angka kwh meter ke citra digital suatu solusi yang efektif. Permasalahan yang timbul dalam proses pengenalan citra gambar angka kwh meter adalah bagaimana teknik pengenalan untuk mengidentifikasi berbagai jenis karakter dengan berbagai ukuran dan bentuk. Metode pengenalan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode *Template Matching*. Sebelum proses pengenalan, citra dimasukkan dengan dengan format bmp atau jpg diolah terlebih dahulu di proses preprocessing, yang meliputi binerisasi, segmentasi dan normalisasi citra. Rata-rata tingkat keberhasilan pengenalan yang dihasilkan oleh sistem ini adalah 92,90%. Hasil akhir menunjukkan bahwa penggunaan metode *Template Matching* cukup untuk membangun sebuah sistem OCR dengan akurasi yang baik efektif.

Kata Kunci : OCR, Optical Character Recognition, Template Matching, Preprocessing

PENDAHULUAN

kWh (*Kilo Watt Hour*) meter digunakan oleh PLN (Perusahaan Listrik Negara) sebagai meteran penghitung tagihan listrik. kWh meter memiliki dua jenis yaitu analog dan digital. Pada umumnya KWH meter yang digunakan oleh PLN adalah KWH meter analog. Sedangkan kWh meter Digital juga digunakan oleh PLN dengan sistem tagihan menggunakan voucher listrik Prabayar dan tidak perlu mengecek tagihan dengan menghitung kWh meter.

Proses pengecekan kWh meter analog masih dilakukan setiap bulan oleh petugas untuk mencatat pengeluaran yang dipakai oleh pengguna. Hal ini

sangat kurang efisien karena mencatat secara manual dapat memakan waktu yang cukup lama.

Dengan semakin berkembangnya zaman, telah banyak aplikasi yang dapat memudahkan pekerjaan secara efisien. Disini penulis akan membuat sebuah Aplikasi digunakan petugas untuk mencatat kWh meter secara otomatis, yaitu dengan memfoto kWh meter pengguna dan secara otomatis aplikasi menampilkan angka kWh meter lalu data akan terkirim kedalam database yang sudah disediakan.

Database merupakan kumpulan informasi yang disimpan di dalam komputer secara teratur atau logis untuk memperoleh informasi dari basis data. Database merupakan representasi sekumpulan fakta yang saling berelasi yang disimpan secara bersama, untuk memenuhi berbagai kebutuhan. Database memiliki kelebihan yang dapat menyimpan banyak data secara terstruktur dan dapat diakses dengan cepat. Susunan *record* data operasional yang lengkap dari suatu organisasi atau perusahaan, yang diorganisir dan disimpan secara terintegrasi dengan menggunakan metode tertentu sehingga mampu memenuhi informasi yang optimal yang dibutuhkan oleh para pengguna.

Pada kantor PLN sudah ada pendataan untuk kWh meter oleh petugas secara manual dengan mencatat pada lembar kertas, dengan pencatatan data secara manual akan lebih memakan waktu.

Dengan mengetahui permasalahan diatas, maka pada kantor PLN perlu adanya aplikasi untuk mencatat kWh meter serta menyimpan data tersebut pada database untuk mempermudah dan menyikat waktu.

Masalah pengecekan kWh meter di PLN yaitu pencatatan secara manual disimpan pada selembar kertas yang membuat proses pendataan kurang rapi dan lama.

Pentingnya masalah ini diselesaikan agar meningkatkan produktivitas kerja PLN dan memperkecil tingkat kesalahan redundansi data yang ada di PLN.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilaksanakan ini merupakan penelitian eksperimental, yaitu penelitian yang pengumpulan datanya melalui pengambilan citra KWH meter secara langsung dengan menggunakan *smartphone android*. Pengumpulan data dilakukan guna memperoleh data-data untuk di analisa dan diolah, sehingga ditemukan permasalahan-permasalahan apa saja yang ada dan diharapkan dari kegiatan penelitian dapat menghasilkan suatu jalan keluar dari permasalahan tersebut.

Metode Pengumpulan Data

Dalam usaha untuk mendapatkan data –data yang benar sehingga tercapai maksud dan tujuan penyusunan Tugas Akhir ini, Penulis menggunakan metode pengumpulan data dari jenis data dengan cara sebagai berikut :

a. Data Primer

Data yang digunakan dalam penelitian awalnya diperoleh melalui upaya langsung dari peneliti melalui survei, wawancara dan observasi langsung melalui kamera *smartphone android*. Data primer lebih sulit untuk didapatkan daripada data sekunder, yang diperoleh melalui sumber yang diterbitkan, tetapi juga lebih saat ini dan lebih relevan dengan proyek penelitian.

Data primer dapat berupa :

- Data dari penelitian kWh meter.

b. Data Sekunder

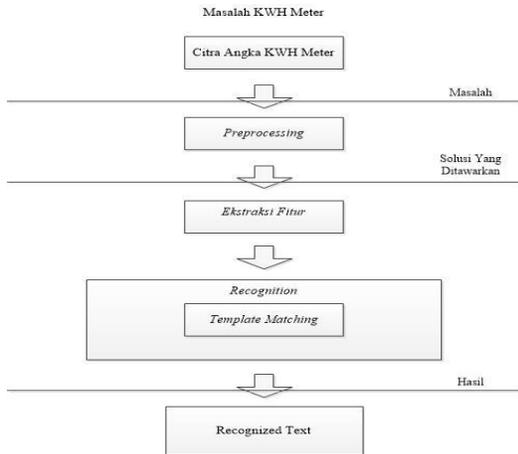
Data sekunder adalah informasi yang telah dikumpulkan untuk tujuan penelitian. Saat ini memiliki beberapa relevansi dan utilitas untuk penelitian.

Data Sekunder dapat berupa :

- Literatur tentang angka kWh meter

Metode Yang Diusulkan

Secara umum deteksi citra angka kWh meter dapat di gambarkan pada kerangka pemikiran sebagai berikut :



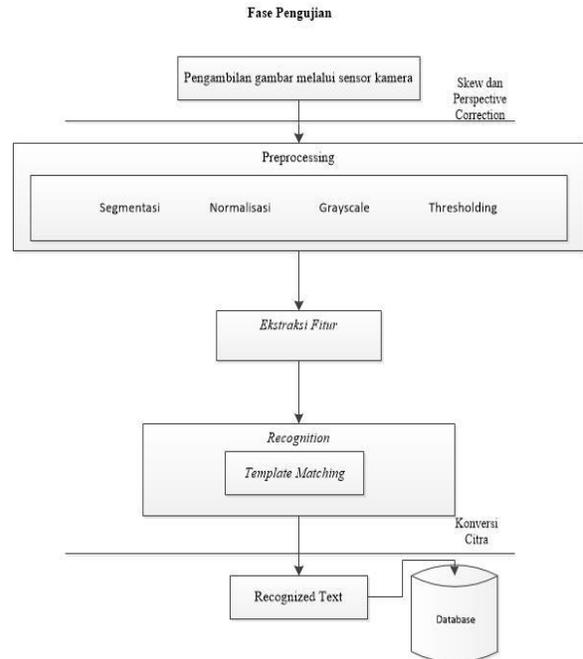
Gambar Kerangka Pemikiran Deteksi Citra

- Citra Angka kWh meter : Citra yang akan dideteksi berupa angka kWh Meter.
- *Preprocessing* : Pemrosesan awal dan di dalam proses tersebut melakukan proses *grayscale*, *segmentation*, *normalization* dan *thresholding*.
- Ekstraksi fitur : Melakukan proses ekstraksi fitur untuk pengambilan ciri.
- *Recognition* : Merupakan proses untuk mengenali karakter yang diamati dengan cara membandingkan ciri-ciri karakter yang diperoleh dengan ciri-ciri karakter yang ada pada *database*. Tahap pengenalan (*Template Matching*) melakukan konversi citra dari setiap karakter.
- *Recognized text* : Merupakan *output*/hasil yang berupa huruf, angka dan simbol.

Fase Pengujian

Fase pengujian adalah tahapan pertama dalam pegenalan pola yang membangun pengetahuan

sistem. Pada fase ini, sampel angka kWh meter ditangkap (capture) citranya melalui sensor kamera smartphone android. Sampel angka kWh meter yang digunakan terdiri dari beberapa sampel angka kWh meter untuk masing – masing kelas, kemudian dilakukan pemrosesan awal (preprocessing). Kerangka pemikiran pada fase pelatihan (training) dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar Fase Pengujian

Preprocessing pertama adalah pemotongan (cropping) citra pada bagian angka kWh meter saja. Pada proses ini dilakukan untuk memaksimalkan sistem untuk identifikasi warna angka kWh meter.

Setelah proses cropping gambar selanjutnya dilakukan preprocessing kedua yaitu normalisasi warna. Normalisasi warna pada tahap ini digunakan untuk menghilangkan pengaruh penerangan setiap citra angka kWh meter yang berbeda. Proses ini menggunakan persamaan (15), (16), dan (17) dipilih karena sesuai dengan fitur warna yang diukur pada masing – masing kanal RGB.

Persamaan yang digunakan untuk normalisasi warna pada setiap piksel p adalah

$$r(p) = \frac{R(p)}{R(p)+G(p)+B(p)} \dots\dots\dots(15)$$

$$g(p) = \frac{G(p)}{R(p)+G(p)+B(p)} \dots\dots\dots(16)$$

$$b(p) = \frac{B(p)}{R(p)+G(p)+B(p)} \dots\dots\dots(17)$$

dengan R(p), G(p), dan B(p) masing – masing adalah intensitas warna pada masing-masing komponen R(red), G(green), dan B(blue) pada piksel p.

Teknik preprocessing diperlukan pada warna, grey-level atau gambar dokumen biner berisi teks dan / atau grafis.

$$O(x, y) = T[I(x, y)] \dots\dots\dots(18)$$

Optical character recognition sebagian besar aplikasi menggunakan gambar abu-abu atau biner saat proses gambar warna komputasi berlangsung. Seperti itu gambar juga mengandung latar belakang atau tanda air tidak seragam sehingga sulit untuk mengekstrak teks dokumen dari gambar tanpa melakukan semacam preprocessing, karena itu hasil yang diinginkan dari preprocessing adalah teks gambar yang berisi biner saja.

$$(R + G + B)/3 \dots\dots\dots(19)$$

Demikian, untuk mencapai hal ini, beberapa langkah yang diperlukan. Pertama beberapa teknik perbaikan citra untuk remove filtering atau memperbaiki kontras pada gambar.

$$H_{(u,v)} = \frac{1}{1 + \left[\frac{D^2}{D_1(u,v)D_2(u,v)} \right]^n} \dots\dots\dots(20)$$

Dimana

$$D_1(u, v) = [(u - M / 2 + u_0) + (v - N / 2 + v_0)] \dots\dots\dots(21)$$

Dan

$$D_2(u, v) = \left[\left(u - \frac{M}{2} + u_0 \right)^2 + \left(v - \frac{N}{2} + v_0 \right)^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots(22)$$

Selama proses thresholding, setiap pixel dalam foto ditandai sebagai "objek" pixel jika nilai mereka adalah lebih besar dibandingkan nilai ambang (asumsi obyek menjadi lebih terang daripada latar belakang) dan sebagai "latar belakang" pixel lain.

$$g(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(x, y) > T \\ 0 & \text{if } f(x, y) \leq T \end{cases} \dots\dots\dots(23)$$

Ketiga halaman segmentasi untuk grafis terpisah dari teks. Segmentasi karakter keempat untuk karakter terpisah dari masing-masing lainnya. Segmentasi digunakan untuk mendeteksi tepi.

$$Vf(x, y) = f_x + f_y = \frac{\partial}{\partial x} f(x, y) + \frac{\partial}{\partial y} f(x, y) \dots\dots\dots(24)$$

Citra angka kWh meter yang telah melewati *preprocessing* selanjutnya dilakukan tahap ekstraksi fitur. tahapan mengekstrak ciri/informasi dari objek di dalam citra yang ingin dikenali/dibedakan dengan objek lainnya. Ciri yang telah diekstrak kemudian digunakan sebagai parameter untuk membedakan antara objek satu dengan lainnya pada tahapan identifikasi/ klasifikasi. Dalam proses pelatihan mesin OCR, vektor fitur dari karakter-karakter dipersiapkan sebagai template untuk digunakan pada tahap pencocokan fitur (*template matching*) dari simbol-simbol pada sebuah citra.

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} \dots\dots\dots(25)$$

Dimana

$$M = \frac{4\pi x A}{c^2} \dots\dots\dots(26)$$

Recognized text merupakan output/hasil yang berupa huruf, angka dan simbol. Dari hasil yang berupa huruf, angka dan symbol nanti bisa tekan tombol *next* atau selanjutnya lalu akan kembali ke form kwh meter. Setelah proses recognized text selesai tahap terakhir akan dikirimkan ke database server. Database server digunakan untuk menyimpan data dari angka kwh meter sebagai simulasi.

3.1 Pengukuran Kinerja Klasifikasi

Dalam pemrosesan sinyal, korelasi silang adalah ukuran kesamaan dari dua seri sebagai fungsi dari lag satu relatif terhadap yang lain. Hal ini juga dikenal sebagai titik produk geser atau sliding batin - produk. Hal ini biasanya digunakan untuk mencari sinyal panjang untuk fitur lebih pendek dikenal. Ini memiliki aplikasi dalam pengenalan pola, analisis partikel tunggal, tomografi elektron, rata-rata, pembacaan sandi dan neurofisiologi. Untuk fungsi kontinu f dan g , korelasi silang didefinisikan sebagai :

$$(f \star g)(\tau) \stackrel{\text{def}}{=} \int_{-\infty}^{\infty} f^*(t) g(t + \tau) dt, \dots\dots\dots$$

.....(27) Dimana f^* menunjukkan konjugasi kompleks f dan T adalah lag. Demikian pula, untuk fungsi diskrit, korelasi silang didefinisikan sebagai :

$$(f \star g)[n] \stackrel{\text{def}}{=} \sum_{m=-\infty}^{\infty} f^*[m] g[m + n]. \dots\dots\dots$$

.....(28) Korelasi silang mirip di alam untuk konvolusi dari dua fungsi. Dalam autokorelasi, yang merupakan korelasi silang dari sinyal dengan dirinya sendiri, akan selalu ada puncak pada lag nol, dan ukurannya akan menjadi kekuatan sinyal.

Probabilitas dan statistik, istilah cross-korelasi digunakan untuk mengacu pada korelasi antara entri dari dua random vektor X dan Y , sedangkan autocorrelations dari vektor acak X dianggap korelasi antara entri dari X sendiri, mereka membentuk matriks korelasi (matriks korelasi) dari X . Hal ini analog dengan perbedaan antara autokovarian dari vektor acak dan cross-kovarians dari dua vektor acak. Satu perbedaan yang lebih untuk menunjukkan bahwa probabilitas dan statistik definisi korelasi selalu mencakup faktor standardisasi sedemikian rupa bahwa korelasi memiliki nilai antara -1 dan +1.

Jika X dan Y adalah dua variabel acak independen dengan fungsi densitas probabilitas f dan g , masing-masing, maka kepadatan probabilitas perbedaan $Y - X$ secara resmi diberikan oleh korelasi silang (dalam arti sinyal-pengolahan) $f \star g$. Namun terminologi ini tidak digunakan dalam probabilitas dan statistik. Sebaliknya, lilit $f * g$ (setara dengan korelasi silang dari $f(t)$ dan $g(t)$) memberikan fungsi kepadatan probabilitas jumlah $X + Y$.

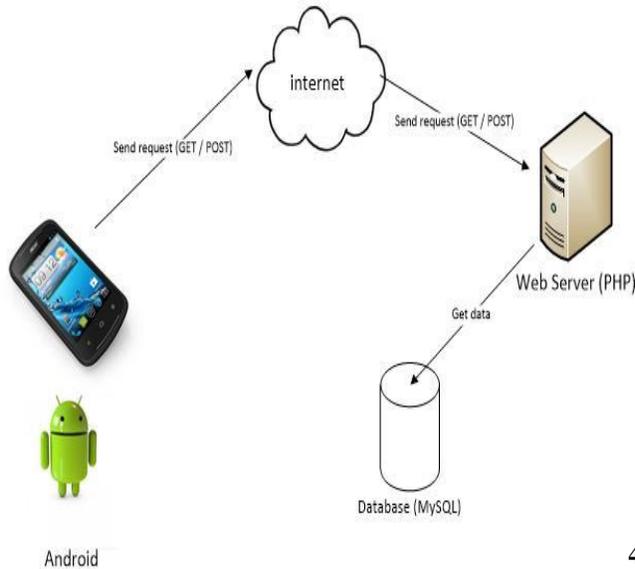
2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sistem

Sistem yang akan dibangun dalam penelitian ini adalah Implementasi Algoritma *Template Matching* dan *Feature Extraction* untuk Pengenalan Pola Angka Untuk Pencatatan Kwh Meter Secara Otomatis Menggunakan Metode *Optical Character Recognition* (OCR). Algoritma *Template Matching* digunakan sebagai algoritma yang sederhana dan banyak digunakan untuk mengenali pola sedangkan *Feature Extraction* digunakan untuk mengambil ciri atau fitur dari suatu bentuk yang nantinya nilai yang didapatkan akan dianalisis untuk proses selanjutnya.

Kedua algoritma tersebut digunakan untuk meningkatkan pengenalan pola simbol, huruf dan angka.

4.1 Arsitektur Sistem



Gambar 17. Arsitektur Sistem

Berdasarkan gambar 17 diatas, ponsel Android akan melakukan request (get/post) ke server melalui internet. Cara ini juga sama jika ingin aplikasi berada di localhost. Selanjutnya web server (dalam hal ini PHP), akan memproses request dari Android dan akan melakukan query ke database (MySQL).

4.2 Perancangan Sistem

Perancangan merupakan tahap lanjutan dari Arsitektur sistem dimana pada perancangan sistem digambarkan rancangan sistem yang akan dibangun sebelum dilakukan pengkodean kedalam suatu bahasa pemrograman.



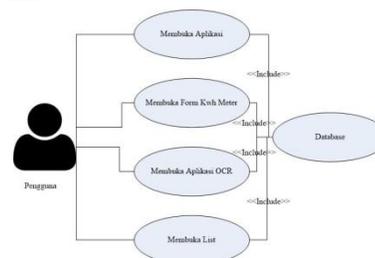
Gambar 18. Perancangan Sistem

Awalnya petugas meng-capture angka kwh meter. Setelah petugas meng-capture maka sistem akan melakukan pengenalan pola dan menampilkan hasil pengenalan pola kemudian petugas memasukkan angka kwh meter serta mengisi beberapa kolom yang harus diisi lalu dikirim ke database PLN.

4.3.1 Use Case Diagram

Use-case diagram merupakan model diagram UML (Unified Modeling Language) yang digunakan untuk menggambarkan requirement fungsional yang diharapkan dari sebuah sistem. Use-case diagram menekankan pada “siapa” melakukan “apa” dalam lingkungan sistem perangkat lunak yang akan dibangun.

Hal-hal yang dapat dilakukan pengguna terhadap sistem yang dibangun pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram use case dibawah ini:

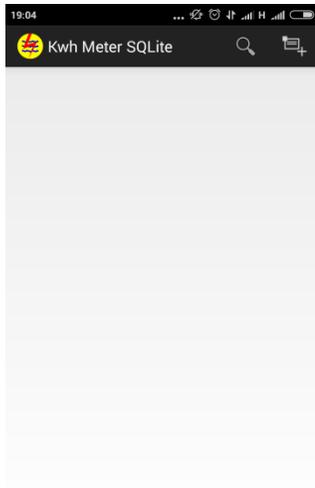


Gambar 19. Use Case Diagram

Pada gambar 19, yang dimaksud dengan pengguna adalah petugas PLN, dimana pengguna dapat menjadi pengirim data.

4.3.2 Antar Muka Aplikasi

4.3.2.1 Antar Muka Home



Gambar 20. Antar Muka Home

Pada gambar 20 memperlihatkan nama aplikasi, pencarian serta menu daftar. Bagian home nantinya berfungsi sebagai riwayat pencatatan angka kwh meter. Data yang tercatat akan ditampilkan dihome berupa list.

4.3.2.2 Antar Muka Form

Gambar 21. Antar Muka Form

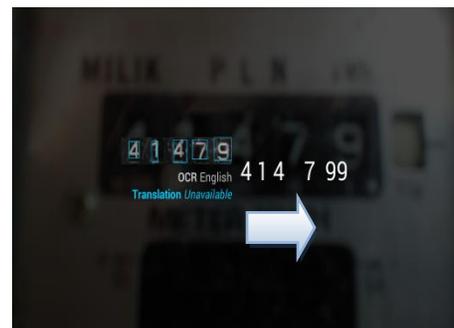
Pada gambar 21 merupakan form untuk mendaftarkan angka kwh meter, nama petugas, nomor identitas pelanggan dan alamat lengkap pelanggan. Terdapat tombol kamera dan simpan, untuk kamera berfungsi meng-capture angka kwh meter dengan menggunakan kamera ocr. Setelah mendapatkan angka kwh meter tekan tombol *next* lalu akan kembali ke form kwh meter. Jika semua sudah diisi maka harus menekan tombol simpan.

4.3.2.3 Antar Muka OCR



Gambar 22. Antar Muka Ocr Capture Angka Kwh Meter

Pada gambar 22 kamera ocr akan mengambil gambar cukup dibagian angka kwh meternya saja.



Gambar 23. Hasil Pengambilan Angka

Kwh Meter

Pada gambar 23 mengambil angka kwh meter, lalu akan mendapatkan nilai angka kwh meter. Selanjutnya menekan tombol *next* secara otomatis angka masuk ke kolom meteran.

4.3.2.4 Antar Muka Form Isi

Gambar 24. Antar Muka Form Isi

Pada gambar 24, setelah mendapatkan angka kwh meter lalu mengisi bagian form yang sudah disediakan. Lalu tinggal tekan tombol save.

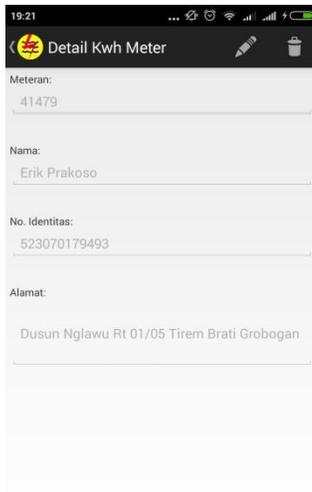
4.3.2.5 Antar Muka List



Gambar 25. Antar Muka List

Pada gambar 25, setelah data di simpan maka akan tampil dibagian list aplikasi, semua data yang tersimpan akan ditampilkan.

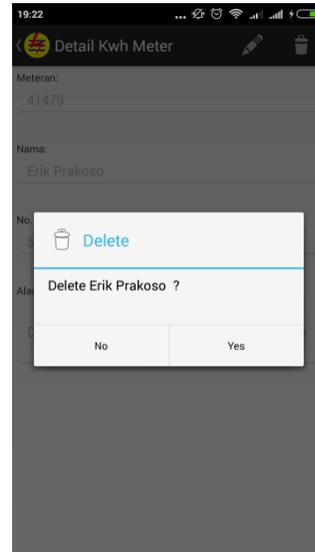
4.3.2.6 Antar Muka Edit



Gambar 26. Antar Muka Edit

Pada gambar 26, petugas bisa mengedit jika terjadi kesalahan input data.

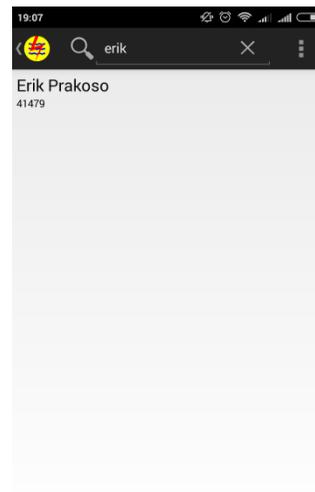
4.3.2.7 Antar Muka Hapus



Gambar 27. Antar MukaDelete

Pada gambar 27, ketika data sudah masuk dan di simpan oleh pegawai PLN. Data yang sebelumnya bisa dihapus. Agar tidak memenuhi database.

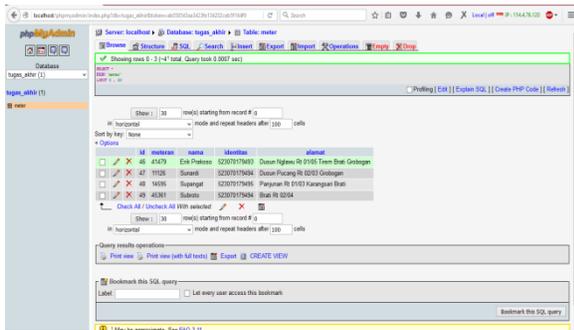
4.3.2.8 Antar Muka Pencarian



Gambar 28. Antar Muka Pencarian

Pada gambar 28, fungsi pencarian ini digunakan jika petugas lalai atau lupa menginput data jika ada pelanggan listrik yang belum dicatat angka kwh meternya.

4.3.2.9 Database



Gambar 29. Database KWH Meter

Pada gambar 29, data yang sudah inputkan maka akan tersimpan di database PLN. Sementara data tersimpan di localhost.

4.3 Pemodelan Sistem

Pada bab ini akan dipaparkan mengenai langkah-langkah yang akan dilakukan selama proses pengerjaan program. Langkah pertama yang dilakukan dalam merancang sistem ini adalah membuat template karakter A-Z dan 0-9. Pembuatan template ini sangat penting diperhatikan karena mengingat metode *template matching* adalah hanya mencari nilai korelasi piksel sehingga template yang dibuat harus dibuat semirip mungkin dengan karakter aslinya dalam. Tugas Akhir ini digunakan 74 template yang berasal dari 36 font karakter dan 38 template yang dibuat dari angka kwh meter aslinya dimana 2 tambahan adalah karakter 'D' dan '0' dengan garis diagonal.

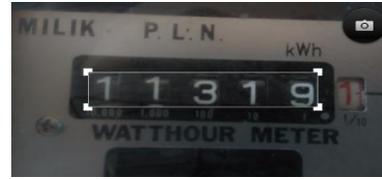


Gambar 30. Pemodelan Sistem

4.4 Akuisisi Citra

Akuisisi citra merupakan tahap awal dalam sistem ini untuk mendapatkan citra digital. Citra angka kwh meter di capture melalui handphone smartphone Redmi 1S dengan resolusi 8 megapiksel dengan spesifikasi :

- a) Jarak pengambilan *sample* : 5-7 cm
- b) Tinggi kamera : ±150-170cm
- c) Ukuran citra : 1280x720 pixel



Gambar 31. Akuisisi Citra

- a) Ukuran citra : 1280x720 = 921600 piksel
- b) Luas angka kwh meter(cm) : 6.5cm x 1cm = 6.5 cm²
- c) Luas citra(cm) : 9.3 cm x 10.3 cm = 95,79 cm²

Sehingga perhitungannya menjadi :

- a) Luas angka kwh meter = 921600 piksel x $\frac{6,5 \text{ cm}^2}{95,79 \text{ cm}^2}$
- b) Luas angka kwh meter = 921600 piksel x $\frac{1}{10}$
- c) Luas angka kwh meter = 921600 piksel

Dari hasil diatas didapatkan perkiraan luas angka kwh meter didalam penelitian ini adalah sekitar 92.160 piksel dan mempunyai perbandingan 1: 10 dengan luas piksel citra.

Karena ukuran dari angka kwh meter tidak selalu sama maka untuk membuat rentang filter luas area angka kwh meter peneliti mengurangi dan menambahkan nilai untuk membuat rentang korekasi yaitu 20.000 hingga 75.000

4.5 Ekstraksi Fitur

Fitur extraction dilakukan pada sub citra berukuran 24x40 piksel. *Subimage* diambil dari citra angka kwh meter dan citra sebelum angka kwh meter yang telah melalui proses deteksi tepi. Sub citra dibentuk vektor dengan cara membagi kedalam blok

berukuran 3x3 piksel. Sehingga akan menghasilkan blok sebanyak 104 blok. Setiap blok dilakukan penghitungan piksel. Jika dalam blok terdapat piksel dengan nilai 1 dengan jumlah minimal 3, maka blok itu akan diberi nilai 1. Dan jika jumlah piksel bernilai 1 sebanyak kurang dari 3, maka blok itu akan diberi nilai 0. Vektor yang dihasilkan memiliki elemen dengan nilai 0 atau 1. Proses ini bertujuan untuk menurunkan keragaman ukuran karakter angka pada kwh meter yang disebabkan karena jarak pengambilan foto atau bentuk *style* karakter yang berbeda.



Gambar 32. Sub Citra ukuran 24x40 piksel

Gambar 32 merupakan sub citra yang belu disederhanakan. Jika sub citra tersebut disederhanakan kedalam matriks berukuran 8x13. Matriks tersebut diubah kedalam bentuk vektor sehingga nilainya menjadi :

```
{01111110100000011011111010100000101
1100010000110101110101110110
10000101111001011011101011000110001
11100}
```

Pola yang ditunjukkan pada gambar 8 dan gambar 9 mengekspresikan karakter angka 5. Kotak berwarna hitam bernilai 1 sedangkan kotak warna putih bernilai 0. Cara yang sama dilakukan pada karakter yang lain. Setiap karakter diabil pola yang sebanyak 5 kali.



Gambar 33. Pola berukuran 8x13

4.6 Diagram Blok Sistem

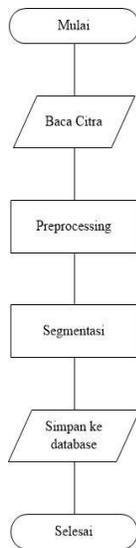
Proses identifikasi dibagi menjadi dua proses, yaitu proses pembuatan template dan proses uji. Proses pembuatan template yaitu proses menyimpan template karakter yang menjadi acuan untuk database program, dimana citra tersebut yang akan dicocokkan dengan citra uji untuk mendeteksi angka kwh meter. Tahapan proses identifikasi untuk proses pembuatan template dan tahap uji dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 34. Diagram alir identifikasi

4.7 Template Karakter

Citra hasil akuisisi akan langsung dilakukan proses *preprocessing* setelah itu dilakukan proses segmentasi yang bertujuan untuk memotong citra angka kwh meter utuh menajadi citra per karakter. Hasil dari proses segmentasi akan langsung disimpan ke dalam *database home/user/pi*



Gambar 35. Diagram Alir Pembuatan Template



Gambar 36. (a) citra template , (b) citra template hasil invert, (c) citra template hasil grayscale, (d) citra template hasil thresholding, (e) bounding box dari karakter template, (f) hasil crop dan resize karakter

Pada proses preprocessing ini citra pertama akan melalui proses inversi yang bertujuan untuk menukar foreground dan background dimana ‘1’ yaitu piksel putih akan menjadi bagian pattern dan piksel ‘0’ yaitu hitam akan menjadi bagian dari background.

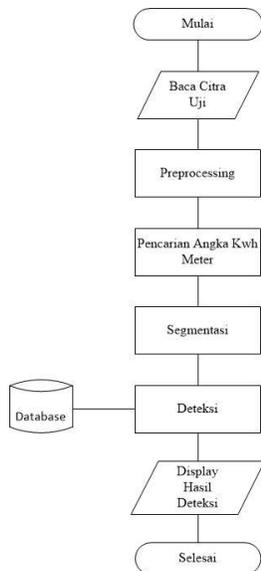
Untuk pencarian kemudian citra diubah kedalam derajat keabuan (grayscale) setelah itu dilakukan proses thresholding dengan metode adaptive threshold. Yang terakhir adalah mengubah ukuran karakter menjadi 79x157 piksel seragam untuk ke 74 citra template.

Pada proses ini citra angka kwh ini akan dilakukan proses segmentasi karakter dari citra angka kwh meter yang peneliti buat untuk di segmentasi menjadi citra per karakter yang nantinya akan di simpan di database. Setelah citra dibaca maka akan dilakukan proses preprocessing untuk mempermudah pencarian kontur karakter.

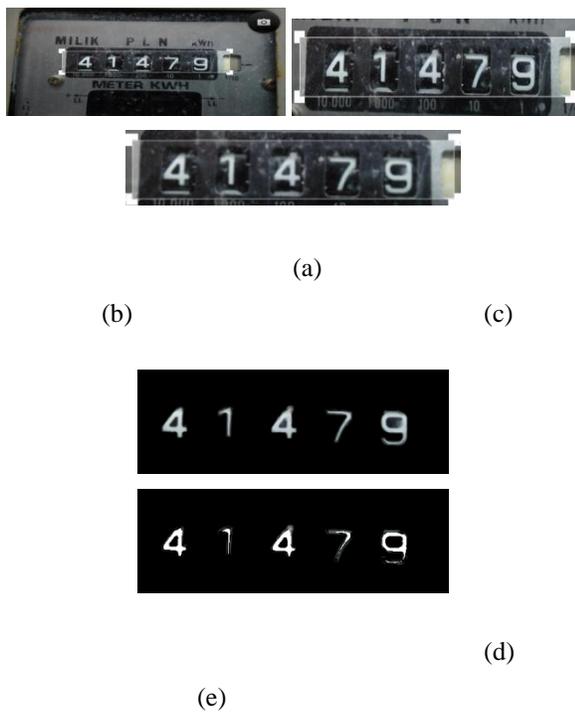
Akan dilakukan validasi dari sisi tinggi karakter, karena angka kwh yang digunakan sebagai template dikhawatirkan masih ada noise maka validasi tinggi yang dilakukan adalah harus lebih dari 20 piksel dan luas nya lebih dari 50 piksel. Setelah proses ini citra angka kwh tersebut akan tersegmentasi menjadi citra sejumlah karakter angka kwh yang disimpan di database yang terdapat pada root/home/pi.

4.8 Diagram Alir Pengujian Sistem

Preprocessing dalam citra uji sedikit berbeda karena didalam pengujian citra yang sudah menjadi *grayscale* akan dilakukan *blurring*, proses ini menggunakan kernel Gaussian untuk membuat citra tampak lebih *blur*, efek ini akan meminimalisir *noise* yang tidak diinginkan untuk proses selanjutnya. Kernel yang digunakan untuk Gaussian *blur* ini adalah 5x5, setelah itu dilakukan deteksi tepi sobel hanya untuk arah-x / vertikal agar garis vertikal dari semua karakter terlihat lebih dominan dan mempermudah untuk membentuk kontur tertutup. Yang terakhir proses binerisasi yang digunakan pada proses pengujian ini adalah *Otsu method* dimana proses ini mencari nilai threshold optimal pada setiap pikselnya



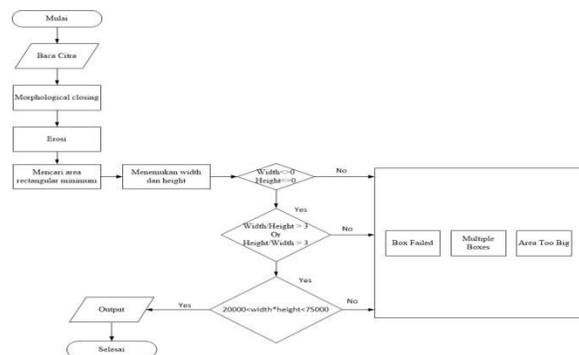
Gambar 37. Diagram Alir Pengujian Sistem



Gambar 38. (a) citra uji (b) citra yang melalui crop bagian atas (c) citra setelah Gaussian blur 5x5 (d) citra setelah vertical edge detection (e) citra setelah otsu threshold

4.9 Sub Flowchart Pencarian Angka Kwh Meter

Setelah citra mengalami preprocessing, citra sudah menjadi citra biner dan siap untuk di manipulasi dengan *morphological operation*. Didalam penelitian ini digunakan *morphological closing* dan dilasi. Pemotongan citra bagian atas sudah melalui beberapa percobaan sehingga tidak ada angka kwh meter yang terpotong. Pemotongan ini berguna untuk mengurangi beban prosesi citra dan memperkecil kemungkinan untuk mencari ROI (*region of interest*). Ada beberapa filter lagi yang dilakukan sebelum pencarian kontur angka kwh meter dilakukan yaitu filter Aspect ratio dimana hasil bagi dari lebar dan tinggi angka kwh meter yang relative terhadap ukuran piksel harus lebih dari tiga begitu juga sebaliknya hasil bagi dari tinggi dan lebar harus lebih dari tiga Selanjutnya yang terakhir adalah filter luas dimana luas dibawah 20000 piksel dan diatas 75000 akan dianggap sebagai bukan angka kwh meter.



Gambar 39. Sub Diagram Alir Pencarian Angka Kwh Meter

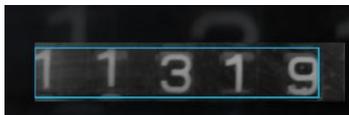
4.10 Template Matching

Metode template matching akan digunakan untuk pendeteksian karakter, hasil dari pembuatan template yaitu sebanyak 74 template akan

dibandingkan dengan hasil segmentasi dari data uji dan yang dianggap mempunyai kemiripan yang paling besar akan dianggap sebagai output yang akan ditampilkan saat running program dan juga akan langsung di simpan ke dalam file .txt. Keuntungan dari angka kwh meter untuk formatnya adalah angka kwh meter mempunyai format yang konstan dan dibagi kedalam satu bagian kelompok. Satu kelompok tersebut yaitu:

- Kelompok pertama : 1 - 6 angka

Sehingga berdasarkan penelitian, jumlah kombinasi angka kwh meter yang mungkin terjadi adalah 21 kombinasi. Untuk meningkatkan akurasi dan menghindari ambiguitas dari hasil template matching terhadap karakter 0 dengan D, 1 dengan I, 8, 3 dengan B, 7 dengan Z maka peneliti membuat algoritma untuk membedakan jenis angka kwh meter dengan yang lainnya dengan jarak per karakter. Diharapkan tidak akan ada ambiguitas korelasi antara huruf dan angka, sehingga kelompok pertama hanya dimatchingkan dengan template angka.



Gambar 40. Jarak Antar Karakter

Untuk contoh diatas jarak antara karakter “1” dan “1” dapat dihitung dengan selisih dari $(x1 + w1)$ dan $(x2, y2)$, sehingga rumus untuk mencari jarak antar karkter adalah

$$d = xn - (x1 + w1)$$

Dimana :

d = jarak antar karakter

xn = koordinat x pada karakter n $x1$ = koordinat x pada karakter pertama $w1$ = lebar dari karakter pertama

Proses selanjutnya adalah menentukan threshold hasil selisih. Pada penelitian ini digunakan threshold 24 yang artinya jika hasil selisih lebih dari 24 maka itu artinya sudah berbeda kelompok. Dan jika hasil selisih kirang dari 24 maka itu adalah dari kelompok yang sama.

4.11 Lingkungan Implementasi

Implementasi dari semua proses dalam perancangan sistem dinyatakan dengan menggunakan bahasa pemrograman java dalam platform ADK (Android Developmen Kit). Dalam pemrograman ADK menggunakan Android Studio sebagai tool untuk memprogram telepon seluler android. Untuk implementasi pada telepon seluler digunakan telepon seluler berbasis android yaitu Redmi 1s dan yang mana telepon tersebut menggunakan OS Android 4.4 (Xiaomi) atau biasa disebut OS Android versi KitKat.

4.12 Implementasi Metode Operator Sobel

Sobel edge detection salah satu metode dalam *image processing* yang berguna untuk mendeteksi tepi (*edge*) suatu objek dalam gambar digital.

Metode Sobel merupakan pengembangan metode Robert dengan menggunakan *filter* HPF (*High Pass Filter*) yang diberi satu angka nol penyangga. Kelebihan dari metode Sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi *noise* sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi.

Salah satu cara untuk menghindari gradien yang dihitung pada titik interpolasi dari piksel-piksel yang terlibat dengan cara menghaluskan citra digital. Proses penghalusan yang digunakan merupakan

proses konvolusi dari jendela yang ditetpkan terhadap citra yang terdeteksi dengan menggunakan matriks 3x3 untuk perhitungan gradien berada tepat di tengah matriks.

```

* invert after running pixThresholdToBinary().
* <cli> Label the pixels as follows:
* @p>>
* @p>> 1 4 7
* @p>> 2 5 8
* @p>> 3 6 9
* @p>>
* Read the data incrementally across the image and unroll the loop.
* <cli> This runs at about 45 Mpix/sec on a 3 GHz processor.
* </cli>
* @param pixs Source pix (8 bpp; no colormap)
* @param orientFlag Edge orientation flag (L_HORIZONTAL_EDGES,
* L_VERTICAL_EDGES, L_ALL_EDGES)
* @return a new Pix image (8bpp, edges are brighter), or null on error
*/
public static Pix pixSobelEdgeFilter(Pix pixs, int orientFlag) {
    if (pixs == null)
        throw new IllegalArgumentException("Source pix must be non-null");
    if (pixs.getDepth() != 8)
        throw new IllegalArgumentException("Source pix depth must be 8bpp");
    if (orientFlag < 0 || orientFlag > 2)
        throw new IllegalArgumentException("Invalid orientation flag");

    long nativePix = nativePixSobelEdgeFilter(pixs.getNativePix(),
        orientFlag);

    if (nativePix == 0)
        throw new RuntimeException("Failed to perform Sobel edge filter on image");

    return new Pix(nativePix);
}

```

Gambar 41. Kode Metode Operator Sobel

4.13 Structur Element (SE)

Tujuan dari pengujian ini adalah menentukan SE yang tepat untuk proses *morphological closing* yang berguna untuk menyatukan karakter didalam angka kwh meter. Peneliti menguji tiga SE dalam bentuk matrix horizontal dalam ukuran yang berbeda yaitu 86, 96 dan 106. Selanjutnya peneliti menganalisis ketiga ukuran SE tersebut kedalam tiga kategori yaitu; *not connected*, *multiplebox*, dan *area too big*. hasil dari pemetaan gambar dapat dilihat pada gambar 5.1.



Gambar 42. Tiga kategori SE analisis cloisng label 1

uji coba SE pada tiga parameter

Tabel 3. Uji Coba SE Tiga Parameter

SE	NOT CONNECTED	MULTIPLE BOX	AREA TOO BIG
86	4	1	10
96	2	2	9
106	0	2	14

4.14 Kernel Erosi

Dari tabel 3 percobaan data uji, hasil yang didapatkan pada pencarian ukuran SE, disimpulkan ukuran yang tepat ialah 106. Namun pada SE 106 masih ditemukan beberapa kesalahan yaitu *multiplebox* dan *area too big*. peneliti mencoba menggunakan 4 kernel matriks berukuran axb yaitu 4x1,4x2,4x3, dan 4x4,dai percobaan dengan 4 kernel erosi didapat kernel 4x4 yang memiliki akurasi

tertinggi. Hasil dari analisis uji erosi tersebut dapat dilihat pada gambar tabel 4.

Tabel 4. Uji Coba Kernel Erosi Terhadap SE 106

	SUCCESS	FAILED
EROSI 4X1	39	6
EROSI 4X2	41	4
EROSI 4X3	42	3
EROSI 4X4	44	1

4.15 Pengujian Akurasi Metode *Normalized Cross Correlation*

Setelah melalui proses preprocessing data uji akan dibandingkan dengan data template yang ada di dalam database, dengan menggunakan metode *normalized cross correlation*. Hasil pengujian akurasi sistem dengan metode *normalized cross correlation* ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 5. Akurasi Metode *Normalized Cross Correlation*

	JUMLAH BENAR	AKURASI
PENCARIAN BOX	44/45	99%
SEGMENTASI KARAKTER	43/45	95%
OCR	40,95/45	91%

4.16 Pengujian Akurasi Metode *Normalized Correlation Coefficient*

Setelah melalui proses *preprocessing* data uji akan dibandingkan dengan data *template* yang ada di dalam *database*. Hasil pengujian akurasi sistem dengan metode *normalized cross correlation* ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 6. Akurasi Metode *Normalized Correlation Coefficient*

	JUMLAH	AKURASI
PENCARIAN BOX	44/45	99%
SEGMENTASI KARAKTER	43/45	95%
OCR	42,58/45	95,52%

4.17 Pengujian Akurasi *Noise Salt dan Pepper 0.02 dan 0.04*

Citra uji yang semula normal di tambahkan *noise salt & pepper* dengan standar deviasi 0.02 dan 0.04. . Penambahan *noise* pada citra uji ini dimaksudkan untuk melihat ketahanan sistem terhadap *noise salt & pepper* yang biasa dihasilkan oleh malfungsi elemen piksel di sensor kamera, kekeliruan didalam alokasi memori, kesalahan didalam proses digitalisasi. Hasil pengujian sistem dapat dilihat dalam tabel dan grafik dibawah :

Tabel 7. Citra Uji STD *Noise Salt & Pepper 0.02*

STD 0.02	JUMLAH	AKURASI
PENCARIAN BOX	43/45	96%
SEGMENTASI KARAKTER	41/45	91,11%
OCR	40.44/45	89,97%

Tabel 8. Citra Uji STD *noise salt & pepper* 0.04

STD 0.04	JUMLAH	AKURASI
PENCARIAN BOX	42/45	93%
SEGMENTASI KARAKTER	39/45	86,6%
OCR	38.02/45	84,49%

4.18 Pengujian Akurasi dan Waktu Komputasi Berdasarkan Dimensi Piksel *Template*

Waktu komputasi juga dipengaruhi karena kesamaan banyaknya jumlah piksel yang dibandingkan. Seluruh ukuran citra, untuk citra *template* ukuran piksel yaitu 79 x 157 dan citra uji memiliki ukuran yaitu 960 x 540 piksel. Semakin besar ukuran citra maka semakin banyak pula nilai piksel yang dibandingkan. Hal ini akan mempengaruhi lamanya waktu komputasi sistem. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dengan citra uji dengan ukuran piksel *template* tertentu didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 9. Akurasi dan Waktu Komputasi Dimensi Piksel *Template*

Dimensi piksel <i>template</i>	Akurasi	Waktu komputasi
1280x720	96.31%	20.6 detik
20x40	94.60%	9.6 detik

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan merupakan ringkasan yang diambil dari pembahasan masalah, sedangkan saran untuk memberikan bahan acuan bagi peningkatan kinerja serta kemungkinan pengembangan sistem yang lebih baik.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembuatan aplikasi ini dan pembahasan pada bab-bab yang tersaji sebelumnya pada laporan ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sebuah perangkat lunak yang mengimplementasikan algoritma *template matching* dan *feature extraction* mampu mendeteksi dan mengenali karakter angka kwh meter. Perangkat lunak tersebut dapat melakukan pengambilan citra dan mengirim data.
2. Tingkat akurasi tertinggi sebesar 95.52% dicapai dengan metode *template matching normalized correlation coefficient* dengan ukuran *template* 20x40 piksel dengan waktu komputasi 5.6 detik.

5.2 Saran

1. Dibutuhkan algoritma pencarian angka kwh meter yang lebih bagus untuk citra uji angka kwh meter dengan struktur bumper yang kompleks.
2. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk segmentasi karakter angka kwh meter yang terlalu tipis.

Daftar Pustaka

- [1] Fatsyahrina Fitriastuti dan Siswadi. "Aplikasi KWH (*Kilo What Hour*) Meter Berbasis Microntroller Atmega 32 Untuk Memonitor Beban Listrik". *Jurnal Kompetensi Teknik* Vol. 2, No. 2, Mei 2011.
- [2] Bahri, R, & Maliki, I., "Perbandingan Algoritma *Template Matching* dan *Feature Extraction* pada

- Optical Character Recognition*". Jurnal Komputer dan Informatika, Edisi. 1, Vol. 1, 29-35, 2012.
- [3] Asano, T., & Tanaka, H., "In-Place Algorithm for Connected Components Labeling". *Journal of Pattern Recognition Research* 1, 10-22, 2010.
- [4] Devi, H. K., "Thresholding: A Pixel - Level Image Processing Methodology Preprocessing Technique for an OCR System for the Brahmi Script". *Ancient Asia*, Vol. 1, 161-165, 2006.
- [5] Ozbay, S., & Ergun, E., "Automatic Vehicle Identification by Plate". *World Academy of Science, Engineering and Technology Issue* 9, 778-781, 2007.
- [6] Qadri, M., & Asif, M., "Automatic Number Plate Recognition System for Vehicle Identification Using Optical Character Recognition". *International Conference on Education Technology and Computer*, (pp. 335-338). Singapore, 2009.
- [7] Rizki, A., Jamal, A., Nugroho, A. S., Handoko, D., & Gunawan, M., "Connected Component Analysis Sebagai Metode Pencarian Karakter Plat Dalam Sietem Pengenalan Plat Nomor Kendaraan. Seminar on Intelligent Technology & Its Application", (pp. 300-305). Surabaya, 2010.
- [8] Ruslianto, I., & Harjoko, A., "Pengenalan Plat Nomor Mobil Secara Real Time". *IJEIS*, Vol. 1, No.2, 101-110, 2011.
- [9] Santi, C. N., "Mengubah Citra Berwarna Menjadi GrayScale". *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK* Volume 16, No.1, 14-19, 2011.
- [10] Sharma, A., & Chaudhary, D. R., "Character Recognition Using Neural Network". *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)* - Volume4, 662-667, 2013.
- [11] Yadav, D., Sanchez, S., & Jorge, M., "Optical Character Recognition for Hindi Language". *Journal of Information Processing Systems*, Vol.9, No.1, 117-140, 2013.
- [12] Angga, Kurnia, Sasotya. , "Metode Sobel Edge dan Template Matching Dalam Pengenalan Plat Nomor Otomatis". *Teknik Informatika*, Universitas Telkom.
- [13] Intel Corporation All Rights Reserved Copyright © 1999-2001, *Open Source Computer Vision Library Reference Manual*, U.S.A.Order Number: 123456-001.
- [14] Sigit,Riyanto dkk., "Step by Step Pengolahan Citra Digital". Yogyakarta: C.V. ANDI OFFSET (Penerbit Andi), Maret 2005.
- [15] Sukhpreet Singh, "Optical Karakter Recognition Techniques : A Survey", *Journal of emerging Trends in Computing and information Sciences* Vol 04 No 6, ISSN 2079-8407, June 2013.
- [16] A. Saeed, "Implementation of Optical Character Recognition for Mobile Phones", *Engineering Department LANCASTER UNIVERSITY*, 2008.
- [17] R. Munir, "Kompleksitas Algoritma," Bandung, 2009.
- [18] M. CHERIET, et al., *Character Recognition Systems*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2007.
- [19] Achmad Hidayatno, R. Rizal Isnanto, Dhody Kurniawan, Penentuan Wilayah Wajah Manusia Pada Citra Berwarna Berdasarkan Warna Kulit Dengan Metode *Template Matching*, *Jurnal Teknologi Elektro*, Vol 5 No 2, Juli 2006.
- [20] Pai Yu-Ting, Yi-Fan Chang and Shanq-Jang Ruan, "Adaptive thresholding algorithm: Efficient

computation technique based on intelligent block detection for degraded document images", Elsevier Ltd, 2010.

- [21] Kumaseh, Max R.. "Segmentasi Citra Digital Ikan menggunakan Metode Tresholding". Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2012.
- [22] Wijaya,Marvin Chandra dan Tjiharjadi,Semuil. "Mencari Nilai Treshold Yang Tepat Untuk Perancangan Pendeteksi Kanker Trofoblas", Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi, 2009.
- [23] Smith R."An Overview of the Tesseract OCR Engine". ICDAR '07 *Proceedings of the Ninth International Conference on Document Analysis and Recognition II*; 2007 Sept 23-26; Curitiba, Brasil. Washington DC (US): IEEE Computer Society. hlm 629-633, 2009.