

# Implementasi Metode Wavelet Denoising Untuk Menghilangkan Noise Pada Lontar Bahasa Bali

Luh Putu Ayu Prapitasari<sup>1</sup>, I Made Dwijaputra<sup>2</sup>

STMIK Stikom Bali<sup>1,2</sup>

Jl. Raya Puputan No. 86 Renon, Denpasar-Bali, Indonesia<sup>1,2</sup>

prapita@stikom-bali.ac.id<sup>1</sup>

## Abstrak

Jaman dahulu lontar merupakan salah satu media yang digunakan untuk menulis tulisan Bali. Lontar-lontar tersebut digunakan untuk mendokumentasikan sesuatu yang dianggap penting baik berupa cerita sejarah, silsilah keluarga maupun teknik pengobatan. Masih banyak warisan lontar yang disimpan oleh masyarakat Bali hingga saat ini. Karena cara penyimpanan yang kurang baik serta dipengaruhi oleh cuaca dan waktu, lontar-lontar peninggalan tersebut banyak yang mengalami penurunan kualitas. Untuk menangani hal ini diperlukan sebuah sistem yang dapat meningkatkan kualitas lontar yang disimpan secara digital. Metode yang digunakan dalam pembuatan sistem adalah *Wavelet Denoising*, dimana sistem bekerja dimulai dari tahap mencerahkan gambar, mengkonversi gambar menjadi *grayscale*, kemudian gambar dihaluskan dan dicerahkan kembali untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Tahapan akhir adalah menghilangkan noise yang hadir pada citra, yang diketahui melalui penelusuran intensitas setiap pikselnya. Dari beberapa percobaan, sistem ini terbukti memberikan hasil yang baik, terutama ketika input yang diberikan dalam kualitas yang cukup baik pula.

**Kata Kunci:** Lontar, *Noise*, *Wavelet Denoising*

## Abstract

In earlier days, lontar is one of the media that has been widely used in Balinese writing. The lontars were used to make documentation about important things such as ancient histories, family tree histories and even medications. Many inherited lontars are kept by Balinese until today. The way they keep the inheritance and the weather that is changing from time to time, has decreased the quality of the lontars. We need a computer based system to solve this problem. The proposed method for the system is *Wavelet Denoising* algorithm. The overall system works by increasing the brightness of the input, converting the image into grayscale, then smoothing, re-increasing its brightness and defining the intensity of each pixel to get the last result. From many trials, this noise removal system using wavelet Denoising proven that it can work properly and it has given good result as its output, especially for the better quality of image input.

**Keywords:** *Lontar*, *Noise*, *Wavelet Denoising*

## 1. Pendahuluan

*Optical character recognition* adalah salah satu cabang dari *pattern recognition* yang secara khusus membahas tentang pengenalan karakter. Bahasa Inggris sebagai bahasa internasional, telah banyak diteliti dan saat ini telah banyak sistem yang menerapkan pengenalan karakter bahasa Inggris. Mulai dari penelitian di bidang pengenalan huruf, pengenalan angka, pengenalan kata hingga kalimat dan bahkan sampai ke *speech recognition* yang sekarang telah disertakan bersama dengan *installer* sistem operasi hingga dapat diakses dengan mudah oleh siapa saja. Contoh lainnya adalah aplikasi OCR pada mesin *scanner* yang ketika kita men-scan sebuah dokumen, hasil output yang diberikan tidak saja dokumen yang diinputkan melainkan juga hasil pembacaan dari input dokumen tadi. Pembacaan karakter pada plat nomor kendaraan telah dipakai di wilayah Amerika untuk melakukan scan terhadap seseorang yang melakukan pelanggaran di jalan raya. Setelah nomor plat terdeteksi, sistem yang terintegrasi dengan database kepolisian akan langsung melakukan *query* terhadap data pengemudi kendaraan tersebut. Pengemudi akan mendapati sebuah tagihan ke alamat rumahnya dan diwajibkan membayar sesuai dengan besar kecilnya pelanggaran yang dilakukan. Aplikasi deteksi uang palsu yang biasanya ada di bank-bank juga dilengkapi dengan OCR sistem untuk mendeteksi keaslian uang yang diberikan oleh nasabah.

Penelitian di bidang OCR juga diikuti oleh negara-negara yang memiliki bahasa dan skripnya sendiri. Sebagai contoh negara Jepang, China, India, Rusia, Mongolia, Thailand dan Vietnam. Dalam kehidupan sehari-hari masyarakat di negara ini, mereka menggunakan bahasa nasionalnya sendiri beserta skripnya yang unik. Oleh sebab itulah kebutuhan untuk menggunakan aplikasi OCR sangat tinggi.

Biasanya aplikasi-aplikasi ini dapat membantu manusia untuk mengerjakan sesuatu hingga pekerjaan tersebut dapat diselesaikan dengan lebih efisien.

Indonesia adalah salah satu negara yang kaya akan kebudayaan termasuk bahasa lokal. Hingga saat ini, terdapat kira-kira 300 bahasa lokal dan lebih dari setengahnya memiliki skrip sendiri yang layak untuk dikembangkan dalam bidang penelitian OCR. Bali adalah salah satunya. Bali memiliki bahasa lokal yang disebut dengan basa Bali dan skripnya sendiri yang merupakan turunan dari Brahmi skrip yang berasal dari India. Karakteristik karakter pada skrip Bali hampir mirip dengan karakter-karakter pada skrip lain yang berasal dari turunan yang sama, misalnya skrip Jawa, Thailand dan Laos.

Jaman dahulu, seperti yang dijelaskan dalam [8], dokumentasi dilakukan oleh masyarakat Bali melalui media lontar dan bahkan hingga saat inipun masih terdapat golongan masyarakat yang melakukannya. Lontar-lontar peninggalan dari leluhur biasanya disimpan oleh keturunannya secara turun temurun. Lontar-lontar ini dianggap penting, karena selain merupakan warisan dari leluhur yang wajib dijaga, lontar juga berisi catatan sejarah, cara pengobatan, serta informasi silsilah keluarga. Namun sayangnya, dikarenakan waktu penyimpanan yang cukup lama serta pengaruh cuaca, lontar yang disimpan sebagian besar mengalami penurunan kualitas. Bahkan factor lain juga mempengaruhi kualitas lontar, seperti rayap dan jamur.

Saat ini pemerintah daerah Bali telah mengupayakan untuk melestarikan dokumen-dokumen penting seperti halnya lontar. Beberapa lontar sudah disimpan di museum dan mendapatkan perawatan yang lebih baik. Misalkan secara teratur terdapat petugas yang membersihkan lontar-lontar menggunakan cairan khusus dan setelah itu dikeringkan di bawah matahari. Selain itu, lontar-lontar sekarang juga disimpan secara digital, dengan cara men-scan seluruh lontar yang dimiliki oleh pemerintah daerah. Namun sayangnya hingga saat ini, data-data lontar yang disimpan secara digital belum diolah lebih lanjut. Data citra tersebut harusnya dapat diolah hingga kualitasnya akan menjadi semakin baik. Misalnya, citra lontar dapat dibersihkan secara digital dari noise, serta untuk lontar yang terlalu gelap dapat diceraikan dengan mudah melalui aplikasi komputer.

Berlatar belakang hal-hal yang telah disebutkan di atas, dan melanjutkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [8], maka penulis berinisiatif untuk melakukan penelitian pada topik yang sama namun menggunakan metode yang berbeda yakni Wavelet Denoising. Metode ini memang dirancang sebagai *noise remover*, yaitu untuk menghilangkan noise pada citra digital.

Beberapa hal yang menjadi permasalahan dalam pembuatan sistem ini adalah

1. Bagaimana menghilangkan *noise* pada input citra lontar untuk meningkatkan kualitas lontar tersebut?
2. Apakah Wavelet adalah metode yang tepat untuk diimplementasikan sebagai *noise remover* pada aplikasi ini?
3. Langkah-langkah apa saja yang harus ditempuh untuk mendapatkan hasil terbaik, yaitu *noise* dapat berkurang dalam jumlah yang banyak?

Adapun tujuan dari penelitian ini difokuskan menghilangkan atau mengurangi jumlah *noise* pada citra lontar. Mengurangi jumlah *noise* diharapkan tidak akan berpengaruh terhadap tulisan yang ada pada lontar.

Ruang Lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Dalam pembuatan sistem ini penulis menggunakan media lontar sebagai sarana penelitian.
2. Hasil akhir yang ingin dicapai adalah output data berupa tulisan dari lontar yang bersih tanpa *noise*. Aplikasi yang digunakan dalam pembuatan sistem ini adalah Matlab 7.7

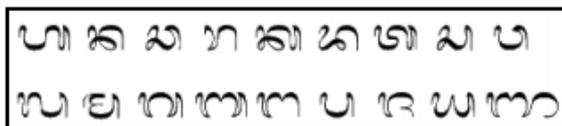
## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Aksara Bali

Sejarah aksara Bali erat kaitannya dengan perkembangan aksara di India. Aksara Bali berasal dari bahasa dan aksara yang dibawa dari India ketika zaman penyebaran agama Hindu dan Buddha ke Indonesia. Awalnya di India terdapat aksara yang disebut aksara *Karosti*. Dari aksara *Karosti* ini kemudian berkembang menjadi aksara *Brahmi*. Aksara *Brahmi* kemudian berkembang lagi ke sebagian negara di Asia Tenggara dan Asia Selatan.

Perkembangan aksara di Indonesia ada dua yaitu aksara Devanagari dan aksara Pallawa [14]. Aksara Devanagari dan Pallawa ini kemudian menghasilkan aksara Kawi atau aksara Indonesia kuno. Dari aksara Kawi ini kemudian lama-kelamaan berubah menjadi aksara Jawa, aksara Bali, dan aksara-aksara lainnya yang saat ini ada di Indonesia. Bukti pengaruh aksara Pallawa dalam aksara Bali dapat dilihat dari bentuk aksaranya dan pengaruh aksara Devanagari dalam aksara Bali dapat dilihat dari bentuk

aksara “a” kara (aksara Bali) yang mirip dengan aksara “a” Devanagari. Selain itu bukti peninggalan yang menunjukkan perkembangan aksara Bali juga terdapat pada lontar yang bertuliskan aksara Bali yang ada di daerah Bali. Dari bukti tersebut dapat dikenal bahwa aksara Bali terus mengalami perkembangan. Pada dasarnya aksara Bali memiliki aksara vokal, konsonan dan juga angka. Contoh aksara konsonan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsonan pada aksara Bali

## 2.2. Optical Character Recognition (OCR)

Salah satu aplikasi yang penting dalam dunia pengolahan citra adalah pengenalan objek (object recognition). Aplikasi yang paling banyak dijumpai adalah OCR (Optical Character Recognition). Aplikasi OCR digunakan untuk mengidentifikasi citra huruf agar komputer memungkinkan memiliki kemampuan membaca dan menulisperti manusia.

Penelitian OCR dilakukan pada awal tahun 1950-an, ketika para ilmuwan mencoba menangkap gambar karakter dan teks suatu kalimat dengan cara photomultiplier, scanner dengan sinar lensa tabung, diikuti oleh photocells dan array dari hasil pemindaian. Pada awalnya, operasi pemindaian tersebut lambat dan hanya satu baris saja yang dapat dipindai oleh scanner. Selanjutnya ditemukannya flatbed scanner, dengan penemuan tersebut maka pemindaian dapat dilakukan pada satu halaman dokumen. Namun hal tersebut belum memenuhi keinginan para ilmuwan sehingga ditemukannya sebuah teknologi yang lebih cepat dengan sirkuit digital yang terintegrasi. Sehingga dokumen yang dipindai lebih cepat dan dapat mengkonversi hasil pindai tersebut lebih cepat. Dari penemuan tersebut pada tahun 1960-an dan 1970-an, aplikasi-aplikasi baru dari OCR terus bermunculan dalam industri bisnis, bank, rumah sakit, kantor pos, perusahaan asuransi, kereta api, pesawat udara, penerbit surat dan industri lainnya.

Pengembangan OCR terus dilakukan sampai saat ini untuk memenuhi kebutuhan kegiatan sehari-hari, salah satunya adalah pengenalan sebuah tulisan tangan. Teknik OCR sangat diperlukan untuk mengidentifikasi tulisan tersebut dengan melakukan pencocokan data pada template dengan sampel dengan melihat ciri khas dari karakter tulisan misalnya garis, fitur geometrik dan stroke-nya. Dalam mencari ciri dari suatu karakter diperlukan tahapan untuk pengenalan karakter tersebut meliputi scanning document, pre-processing, feature extraction, classification. Dari tahap pengenalan tersebut komputer dapat mengenali suatu karakter lebih cepat.

## 2.3. Noise

Noise adalah gambar atau piksel yang mengganggu kualitas citra. Noise dapat disebabkan oleh gangguan fisis(optik) pada alat akuisisi maupun secara disengaja akibat proses pengolahan yang tidak sesuai. Contohnya adalah bintik hitam atau putih yang muncul secara acak yang tidak diinginkan di dalam citra. bintik acak ini disebut dengan noise *salt & pepper*. Seperti yang telah dijelaskan dalam [8], noise yang banyak terdapat dalam citra lontar adalah jenis *salt & pepper*.

*Noise Removal* merupakan salah satu tahap dalam meningkatkan kualitas citra, sehingga informasi yang diperoleh dari citra input tersebut lebih jelas. Salah satu cara yang digunakan agar mendapatkan hasil maksimal yaitu dengan pertama kali merubah citra ke dalam bentuk *grayscale* (abu-abu). Dari citra *grayscale* ini kemudian dapat dianalisa masing-masing piksel secara berurutan untuk mengetahui letak noise pada citra input. Teknik *noise removal* ini berkaitan erat dengan teknik *filtering*.

## 2.4. Metode Wavelet Denoising

Pada umumnya metode *Wavelet* merupakan fungsi matematis untuk merepresentasikan data atau fungsi sebagai alternatif transformasi matematika yang digunakan untuk menangani masalah resolusi gambar. Sebuah *wavelet* merupakan gelombang singkat (*small wave*) yang energinya terkonsentrasi pada suatu selang waktu untuk memberikan kemampuan analisis transien atau fenomena berubah terhadap waktu (*time varying*). Tahap pertama analisis *wavelet* adalah menentukan tipe *wavelet* atau *mother wavelet* yang akan digunakan. Hal ini perlu dilakukan karena fungsi *wavelet* sangat bervariasi.

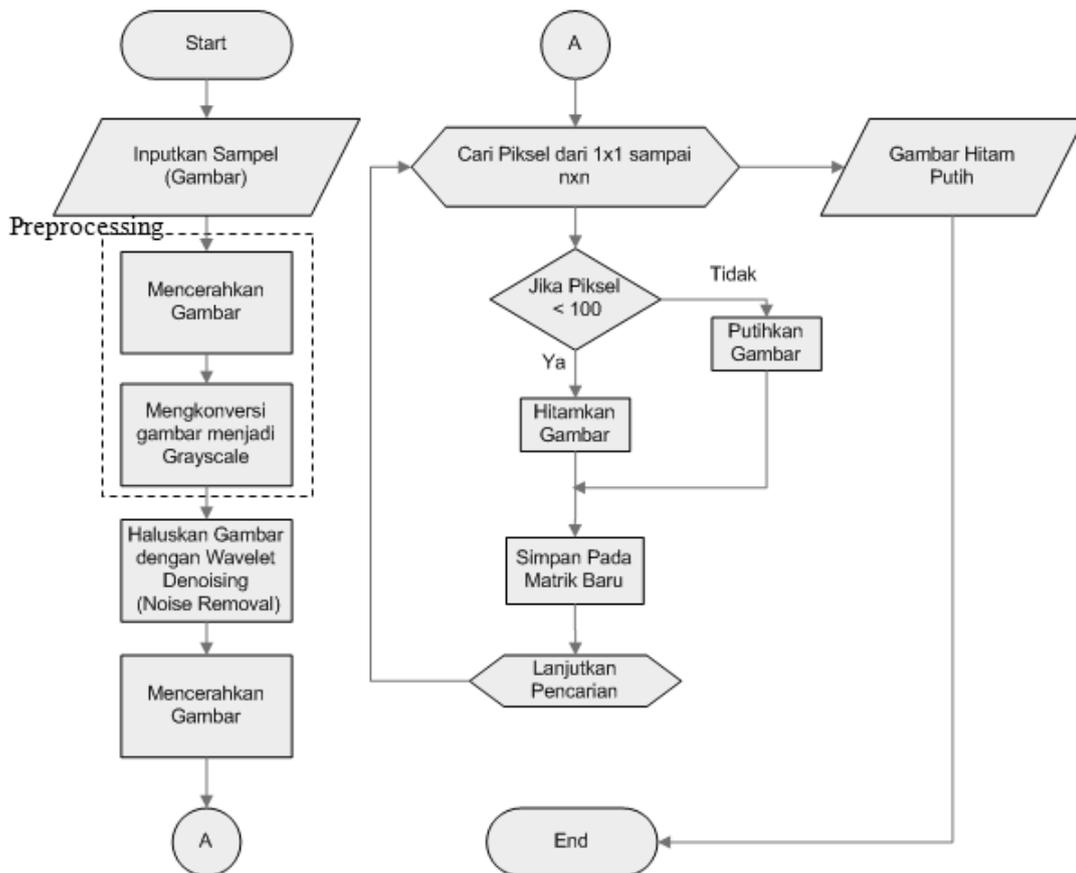
Setelah pemilihan *mother wavelet*, tahap selanjutnya adalah membentuk basis *wavelet* yang akan digunakan untuk mentransformasikan sinyal. Transformasi *wavelet* memiliki kemampuan untuk menganalisis suatu data dalam domain waktu dan domain frekuensi secara simultan. Analisis data pada

transformasi *wavelet* dilakukan dengan mendekomposisikan suatu sinyal ke dalam komponen-komponen frekuensi yang berbeda-beda dan selanjutnya masing-masing komponen frekuensi tersebut dapat dianalisis sesuai dengan skala resolusinya atau level dekomposisinya. Seperti yang terjadi pada proses *filtering*, dimana sinyal dalam domain waktu dilewatkan ke dalam *High Pass Filter* dan *Low Pass Filter* untuk memisahkan komponen frekuensi tinggi dan frekuensi rendah. Analisis pada *wavelet* pada dasarnya adalah pergeseran dan penskalaan suatu bentuk energi terbatas, yang dinamakan *mother wavelet*, terhadap sinyal yang diinginkan. *Wavelet denoising* merupakan salah satu pengembangan metode *wavelet* yang dapat digunakan untuk menghilangkan *noise* pada suatu gambar.

## 2.5. Rancangan Sistem

Flowchart sistem seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, dapat dijelaskan sebagai berikut:

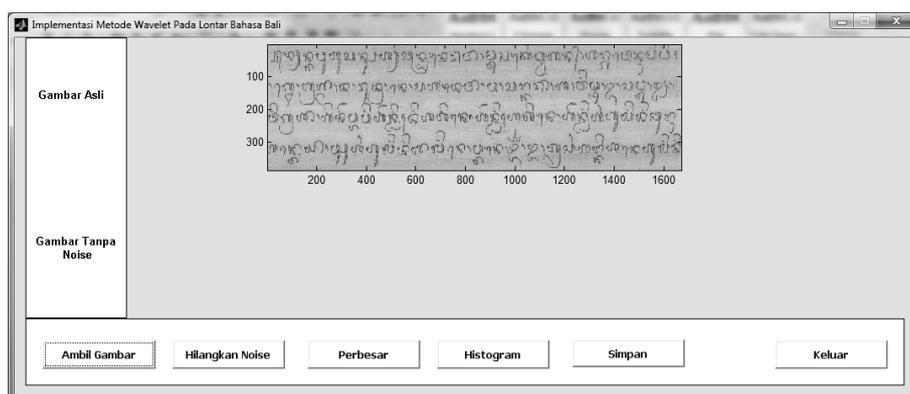
- Langkah 1: Merupakan langkah awal dalam menjalankan program, langkah ini bertujuan untuk menampilkan form utama pada sistem.
- Langkah 2: Merupakan proses untuk menginputkan sampel yang berupa citra atau gambar. Gambar yang diinputkan hendaknya memiliki ukuran maksimal 2300x450 dan memiliki format jpeg untuk mendapatkan hasil yang baik.
- Langkah 3: Langkah ini bertujuan untuk mencerahkan gambar, agar warna gelap yang terdapat pada sampel yang diinputkan dapat menjadi lebih cerah.
- Langkah 4: Pada langkah ini gambar akan dikonversi menjadi grayscale (abu-abu) agar jenis warna yang ada pada sampel menjadi lebih sedikit.
- Langkah 5: Haluskan gambar, bertujuan agar noise yang terdapat pada sampel menjadi lebih tipis,
- Langkah 6: Setelah dihaluskan dan noise yang terdapat menjadi lebih tipis maka gambar akan dicerahkan kembali, dengan tujuan tulisan dengan warna yang lebih tebal dapat diperjelas sehingga hasil yang dicapai lebih baik. Pada sistem ini pengaturan kecerahan yang terdapat pada gambar dilakukan dengan cara *trial and error*.
- Langkah 7: Pada proses ini sistem melakukan pencarian jumlah piksel yang terdapat pada gambar untuk dilanjutkan ke proses berikutnya
- Langkah 8: Jika piksel lebih kecil dari 100 ( $<100$ ) maka hitamkan gambar
- Langkah 9: Jika Piksel lebih besar dari 100 maka putihkan gambar
- Langkah 10: Setelah piksel ditentukan maka hasil dari proses pertama akan disimpan pada matrik baru dan melanjutkan proses pencarian
- Langkah 11: Pada langkah ini sistem akan melanjutkan pencarian seperti yang dilakukan pada langkah 7, 8, 9, 10 sampai sistem menemukan piksel terakhir di nilai  $nxn$ .
- Langkah 13: Setelah piksel ditentukan, maka gambar akan menjadi hitam putih dan hasil akhir akan dapat terlihat lebih jelas karena jumlah noise telah berkurang.
- Langkah 14: Proses akhir dengan menutup program.



Gambar 2. Flowchart Alur Kerja Sistem.

### 3. Hasil dan Analisis

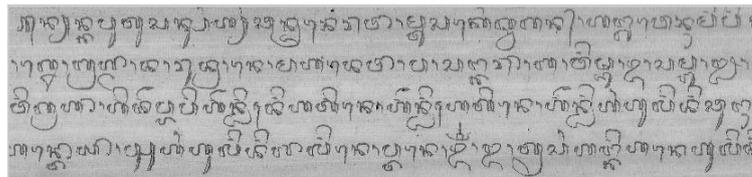
Form utama dari sistem yang dibuat, ditunjukkan pada Gambar 3. Dalam menu utama ini terdapat beberapa proses yang diwakili oleh setiap tombol, yang masing-masing fungsinya dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 3. Form Menu Ambil Gambar

#### a) Ambil Gambar

Merupakan proses pemanggilan gambar yang akan diolah atau dihilangkan noise-nya untuk memperoleh hasil yang lebih jelas dan bersih. Gambar 4 merupakan salah satu contoh gambar digital dari lontar yang akan diinputkan untuk kemudian ditingkatkan kualitasnya.



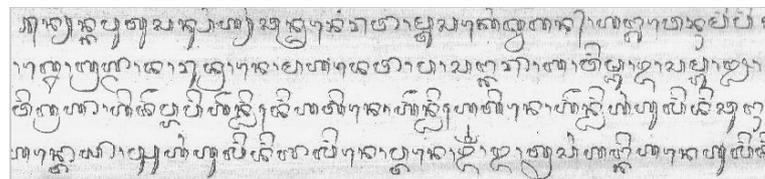
Gambar 4. Contoh lontar digital

b) Proses Hilangkan Noise

Proses ini, sesuai dengan flowchart yang telah dijelaskan sebelumnya, terdiri atas beberapa tahapan, yakni:

Mencerahkan Gambar

Tujuan dari langkah mencerahkan gambar yaitu untuk mencerahkan warna lontar yang terdapat pada sampel input agar menjadi lebih terang. Hal ini dilakukan untuk mempermudah proses pengolahan selanjutnya. Contoh hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5.



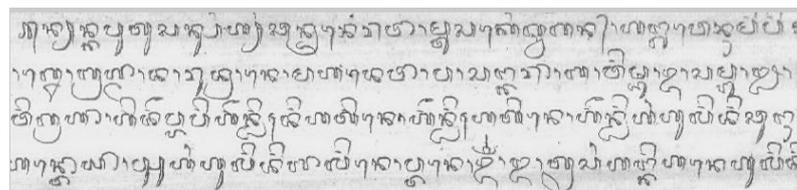
Gambar 5. Bentuk gambar setelah dicerahkan

Merubah gambar menjadi grayscale

Tahapan ini merupakan proses mengubah gambar menjadi grayscale (abu-abu) agar jenis warna yang terdapat pada gambar lebih sedikit guna mempermudah proses *noise removal* di langkah selanjutnya.

Menghaluskan gambar (proses *noise removal*)

Setelah gambar menjadi grayscale kemudian gambar dihaluskan dengan metode *wavelet*, dan hasilnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.

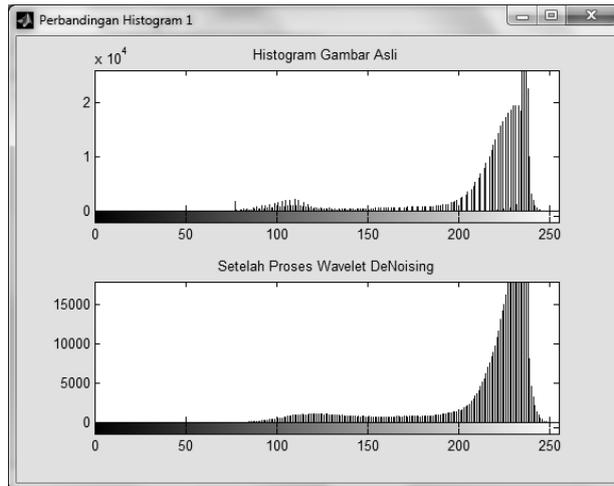


Gambar 6. Hasil gambar setelah proses *noise removal* dengan *wavelet*

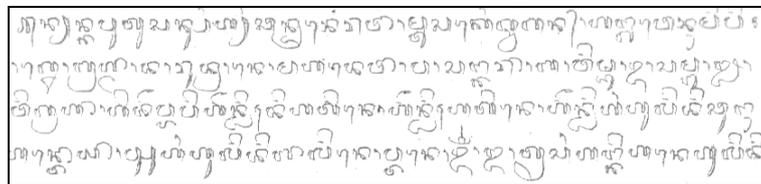
Untuk mengetahui perbedaan hasil dari perubahan yang terdapat pada gambar *grayscale* ke gambar yang telah dihaluskan dapat dilihat pada Gambar 7, yang ditunjukkan melalui histogram.

Mengatur kecerahan Gambar

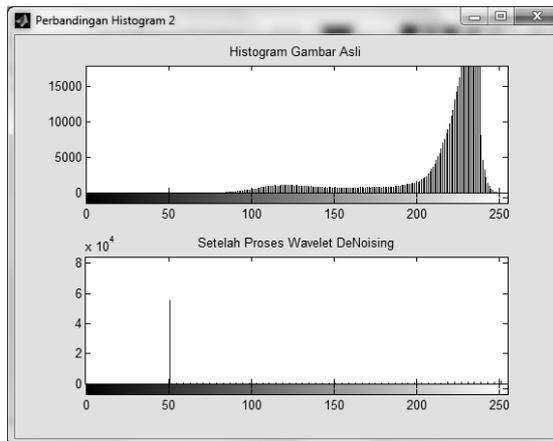
Kemudian sistem secara otomatis akan mengatur kontras gambar agar kondisi gambar menjadi lebih optimal sehingga hasil yang didapat menjadi lebih baik. Hasil perubahan dari gambar yang setelah di *wavelet denoising* ke gambar yang dicerahkan dapat dilihat berupa histogram yang ditunjukkan pada Gambar 9.



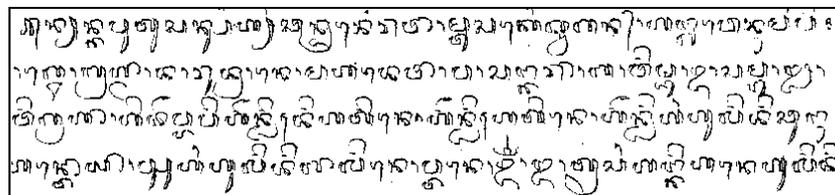
Gambar 7. Histogram gambar dari asli dan setelah mengalami proses *wavelet denoising*



Gambar 8. Bentuk Gambar Setelah Dicerahkan



Gambar 9. Histogram gambar dihaluskan ke gambar dicerahkan



Gambar 10. Hasil Akhir



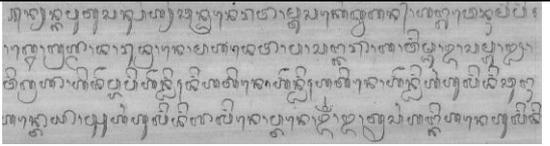
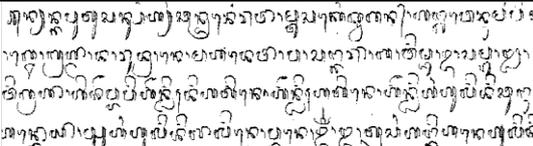
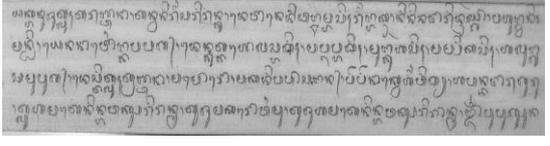
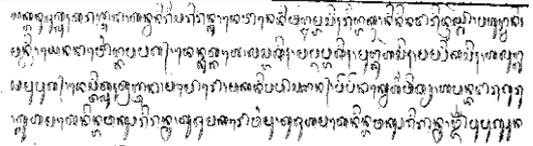
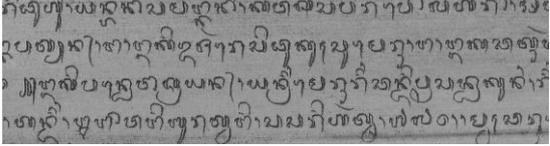
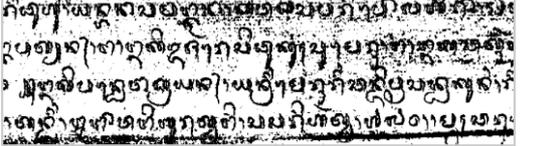
Gambar 11. Hasil Akhir Pada Sistem

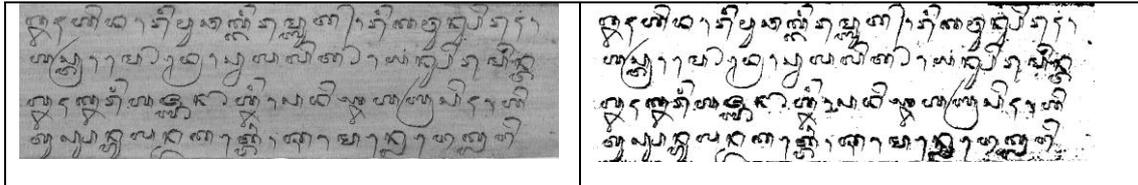
Gambar 9 dan 10 menunjukkan hasil akhir proses noise removal yang dihasilkan oleh sistem yang telah dibangun. Dimana, dapat dilihat dengan jelas bahwa output yang dihasilkan adalah lebih baik dan karakter –karakter pada lontar terlihat lebih halus dan lebih tegas dengan noise yang telah berkurang dalam jumlah yang signifikan. Kemudian, percobaan juga dilakukan terhadap data lontar digital lainnya dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1.

- c) Perbesar  
Tombol ini berfungsi untuk memperbesar tampilan gambar lontar yang diinputkan oleh user dan juga hasil outputnya yang didapatkan setelah melalui proses noise removal.
- d) Histogram  
Berfungsi untuk menampilkan histogram perbandingan antara input dan output data. Dari hasil yang ditampilkan user dapat mengetahui dengan jelas perbedaan diantara keduanya.

Yang terakhir adalah tombol Simpan berfungsi untuk menyimpan data yang dihasilkan oleh sistem, berupa gambar yang telah dibersihkan dari noise. Tombol Keluar, berfungsi untuk keluar dari sistem.

Tabel 1. Perbandingan Hasil Pengujian

Gambar asli	Hasil
	
	
	



Dari hasil perbandingan yang terdapat pada tabel 1, sangat terlihat jelas bahwa hasil akhir yang dicapai tergantung dari sampel yang diinputkan. Pada beberapa kasus, terutama jika kualitas sampel cukup baik, maka hasil yang didapatkan adalah baik dimana noise dapat dikurangi dengan jumlah yang cukup banyak tanpa mengurangi kualitas tulisan. Namun, untuk sampel yang kurang baik, dalam artian input terlalu gelap dan noise hadir dalam jumlah yang sangat banyak, sistem belum dapat memberikan hasil yang memuaskan.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari sampel yang dicoba, metode *wavelet denoising* cukup efektif untuk menghilangkan noise yang terdapat pada lontar bahasa Bali.
2. Dari hasil uji coba juga didapatkan bahwa hasil akhir yang dicapai tergantung dari kualitas sampel yang diinputkan oleh user. Sampel yang memiliki warna terlalu gelap tidak akan menghasilkan hasil akhir yang baik. Oleh karena itu pemilihan sampel harus dilakukan dengan baik, terutama bila tahapan pre-processing perlu dilakukan sebelum data lontar digital diinputkan ke sistem. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal.

Saran dari penulis untuk pengembangan sistem kedepannya yaitu perlu dipertimbangkan untuk menggabungkan teknik noise removal yang digunakan saat ini dengan teknik lainnya seperti yang telah dilakukan pada penelitian terdahulu. Teknik dapat diparalel ataupun diserikan dengan metode lain.

#### Daftar Pustaka

- [1] Cheriet, Mohamed, Kharmawawaf, Liu, Cheng-Lin & Ching Y. Suen. 2007. *Character Recognition System a Guide for Students and Practioners*. New Jersey : John Willey & Sons, Inc.
- [2] Darma Putra. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Penerbit Andi, Yogyakarta
- [3] Gunaidi Abdia Away. 2010. *The Shortcut of Matrix Laboratory Matlab Programming*. Bandung. Informatika Bandung
- [4] I Kadek Agus Dwiputra, Luh Putu Ayu Prapitasari. 2011. *Character Segmentation for Balinese Script using Canny Edge Detection Algorithm*. Dipublikasikan pada prosiding Konferensi Nasional Sistem & Informatika (KNS&I) 2011, 402-406, Bali-Indonesia.
- [5] Jain Poojith, 2009. *An Automatic Recognition Method for Building Floor Plans* Eindhoven, The Netherlands July 2009.
- [6] John Wiley and Sons, 2006. *Advanced Digital Signal Processing and Noise Reduction*, Brunel University, UK.
- [7] Luh Putu Ayu Prapitasari. 2010. *Off-line Balinese Handwritten Character Recognition Based on Backpropagation Neural Network*. Dipublikasikan pada prosiding Seminar Nasional Computer and Intelligent System-KOMMIT, Vol 6 (November), 114-118, Bali-Indonesia.
- [8] Luh Putu Ayu Prapitasari, Luh Putu. 2012. *Noise Removal for Ancient Palm Leaf Manuscript of Bali*. Dipublikasikan pada prosiding Konferensi Nasional Sistem Informasi (KNSI) 2012, 1514-1518, Bali-Indonesia.
- [9] P. Phokharatkul & dkk. 2005. *Off-Line Hand Written Thai Character Recognition using Ant-Miner Algorithm*. World Academy of Science, Engineering and Technology.
- [10] Soursinhong, Latsamy, Bilan Zhu & Nagakawa, Masaki. 2008. *On-line Handwritten Lao Character Recognition by using Dynamic Programming Matching*. Dipublikasikan pada International Symposium on Communication and Information Technology (ISCIT2008), Tokyo, Jepang.

- 
- [11] Surinta, Olarik & Nitsuwat, Supot. 2005. *Handwritten Thai Character Recognition Using Fourier Descriptors and Robust Cprototype*. Dipublikasikan pada King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, Bangkok.
  - [12] Sutjaja I Gusti Made. 2007 *Belajar Menulis Aksara Bali Lewat Bahasa Indonesia*. Lotus Widya Sari.
  - [13] Thein, Yadana & Yee, San Su Su. 2010. *High Accuracy Myanmar Handwritten Character Recognition using Hybrid approach through MICR and Neural Network*. Dipublikasikan pada International Journal of Computer Science Issues, Myanmar.
  - [14] Tinggen, I Nengah. 1993. *Pedoman Perubahan Ejaan Bahasa Bali dengan Huruf Latin dan Huruf Bali*. Singaraja: UD. Rikha.