

Segmentasi Baris Aksara Bali Pada Citra Lontar

I Gede Santi Astawa¹, Ni Putu Vidya Vira Prashanti², Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati³,
I Wayan Santiyasa⁴, Ida Bagus Gede Dwidasmara⁵, I Wayan Supriana⁶

Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Jl. Raya Kampus Udayana University Bukit Jimbaran, Badung, Bali. Postal Code: 80364.
Indonesia

¹ santiastawa@gmail.com

² vidyavirapras@gmail.com

³ eka.karyawati@unud.ac.id

⁴ santiyasa67@gmail.com

⁵ dwidasmara@unud.ac.id

⁶ wayan.supriana@unud.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan yang disetiap pulaunya memiliki kebudayaan yang berbeda-beda, seperti misalnya Pulau Bali yang sangat kaya akan warisan budaya, salah satunya yaitu aksara Bali. Aksara Bali merupakan lambang bahasa masyarakat Bali yang sampai saat ini masih digunakan. Salah satu media yang dimanfaatkan untuk menuliskan aksara Bali yaitu lontar dapat mengalami penurunan kualitas dikarenakan usia yang semakin tua. Hal tersebut tentunya berpengaruh terhadap tulisan aksara Bali yang terdapat pada lontar, sehingga menyulitkan pembaca untuk mengetahui informasi yang terkandung pada lontar tersebut. Upaya yang dapat dilakukan untuk menyelamatkan informasi yang terkandung pada lontar adalah dengan mengubahnya kedalam bentuk digital. Tulisan aksara Bali pada lontar terkadang memiliki jarak yang dekat antar baris aksara sehingga karakter aksara pada baris satu dengan karakter aksara pada baris lainnya bersentuhan. Aksara yang bersentuhan juga dapat menyulitkan pembaca memahami makna dari tulisan tersebut. Aksara yang paling sering bersentuhan adalah gantungan pada kasara baris atas dengan pengangge pada baris aksara dibawahnya. Oleh karena itu, diperlukan segmentasi baris untuk menemukan dan memperjelas baris pemisah antara aksara pada baris satu dengan aksara pada baris lainnya. Proses segmentasi baris aksara Bali dilakukan menggunakan Algoritma Genetika. Algoritma Genetika akan mencari kromosom dengan nilai fitness terbaik. Gen pada kromosom tersebut mewakili baris piksel citra biner yang diambil secara acak sesuai batas area segmentasi. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap 10 bilah citra lontar, diperoleh hasil akurasi proses segmentasi baris aksara Bali menggunakan Algoritma Genetika adalah sebesar 92.17%.

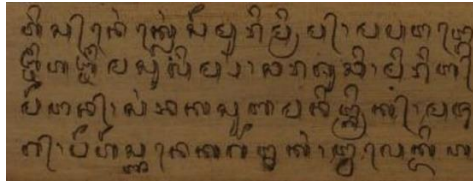
Keywords: Segmentasi Baris, Citra, Lontar, Aksara Bali, Algoritma Genetika

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang disetiap pulaunya memiliki kebudayaan yang berbeda-beda, seperti misalnya Pulau Bali yang sangat kaya akan warisan budaya, salah satunya yaitu aksara Bali. Aksara Bali merupakan lambang bahasa masyarakat Bali yang sampai saat ini masih digunakan. Media yang dimanfaatkan untuk menuliskan aksara Bali adalah batu, lontar, dan kertas [1]. Lontar sebagai salah satu media penulisan aksara Bali dapat mengalami penurunan kualitas dikarenakan usia yang semakin tua. Hal tersebut tentunya berpengaruh terhadap tulisan aksara Bali yang terdapat pada lontar, sehingga menyulitkan pembaca untuk mengetahui informasi yang terkandung pada lontar tersebut. Aksara Bali yang terukir pada lontar menyajikan cerita atau informasi mengenai sejarah, kebudayaan dan juga berbagai ilmu pengetahuan. Upaya yang dapat dilakukan untuk menyelamatkan informasi yang terkandung pada lontar adalah dengan mengubahnya kedalam bentuk digital.

Tulisan aksara Bali pada lontar terkadang memiliki jarak yang dekat antar baris aksara sehingga karakter aksara pada baris satu dengan karakter aksara pada baris lainnya bersentuhan. Aksara yang bersentuhan juga dapat menyulitkan pembaca memahami makna dari tulisan tersebut. Aksara yang

paling sering bersentuhan adalah gantungan pada aksara baris atas dengan pengangge pada baris aksara dibawahnya, seperti contoh lontar berikut ini.



Gambar 1. Contoh Lontar

Selain itu, satu kata atau kalimat aksara Bali yang memiliki tiga bagian dimana aksara pokok dengan pengangge atau gantungan juga dipisahkan dengan jarak, hal ini akan menjadi salah satu tantangan dalam mengidentifikasi baris pemisah aksara Bali pada citra lontar. Oleh karena itu, diperlukan segmentasi baris untuk menemukan dan memperjelas baris pemisah antara aksara pada baris satu dengan aksara pada baris lainnya.

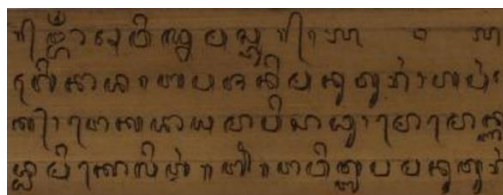
Penelitian mengenai segmentasi aksara Bali yang telah dilakukan yaitu segmentasi karakter aksara Bali pada citra lontar [2]. Sebelum dilakukan segmentasi karakter aksara Bali, dilakukan segmentasi baris terlebih dahulu untuk mengoptimalkan segmentasi karakter aksara Bali. Segmentasi baris dilakukan menggunakan metode A * Path Planning dan didapatkan hasil akurasi segmentasi baris sebesar 93%. Penelitian lain terkait segmentasi baris yaitu segmentasi baris pada citra lontar aksara kuno menggunakan metode Shreding Text [3]. Proses segmentasi baris dibagi menjadi dua langkah yaitu membuat pelacak dan pelabelan untuk area baris dan didapatkan hasil yang akurat.

Berdasarkan pemaparan diatas, maka penulis akan melakukan penelitian segmentasi baris tulisan aksara Bali pada citra lontar. Segmentasi baris dilakukan untuk dapat mengoptimalkan proses selanjutnya yaitu segmentasi karakter aksara Bali yang dapat digunakan dalam proses pengenalan aksara Bali. Metode yang digunakan adalah Algoritma Genetika untuk optimasi pemilihan baris pemisah terbaik. Penelitian ini juga akan mencari akurasi dari penerapan Algoritma Genetika pada segmentasi baris.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Data Penelitian

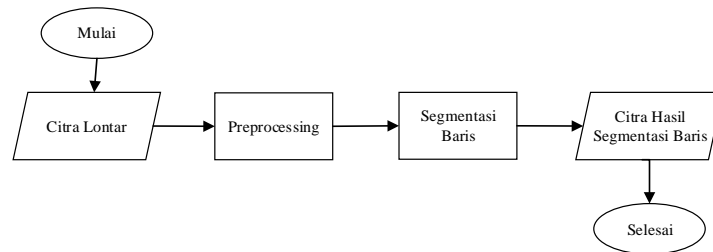
Data yang digunakan berjumlah 10 bilah citra lontar aksara Bali yang bersumber dari website <https://archive.org/details/gaguritan-cangak> dengan judul Gaguritan Cangak. Lontar tersebut tersimpan di Pusat Dokumentasi Dinas Kebudayaan Provinsi Bali. Jenis aksara Bali yang termuat dalam lontar Gaguritan Cangak adalah aksara Wreastra dan terdapat beberapa aksara Swalalita dan aksara Wijaksara. Jumlah baris aksara pada data citra lontar tersebut adalah empat baris aksara dengan tiga baris pemisah. Kondisi citra lontar memiliki sedikit noise dan terdapat beberapa aksara Bali bersentuhan antara gantungan pada aksara baris atas dengan pengangge pada baris aksara dibawahnya.



Gambar 2. Data Citra Lontar

2.2 Desain Penelitian

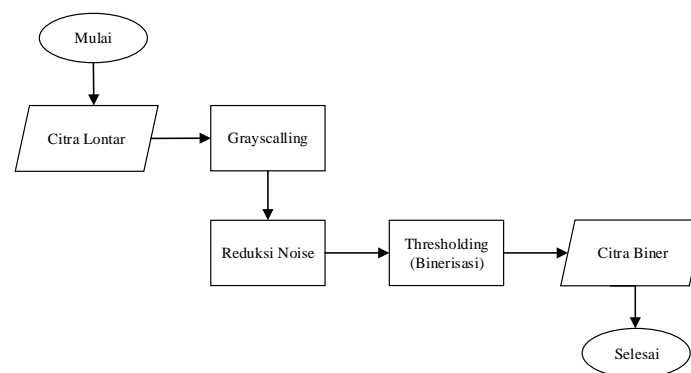
Penelitian ini membahas mengenai implementasi metode Algoritma Genetika dalam segmentasi baris aksara Bali pada citra lontar. Implementasi Algoritma Genetika adalah untuk mencari kromosom terbaik yang akan digunakan untuk segmentasi baris aksara Bali.



Gambar 3. Flowchart Desain Penelitian

2.2.1 Preprocessing Citra

Tahap preprocessing dilakukan untuk memperbaiki kualitas citra yang terdiri dari proses *grayscale*, reduksi *noise*, dan binerisasi citra. Citra biner hasil *preprocessing* akan masuk dalam proses segmentasi baris sebagai kromosom atau individu pada Algoritma Genetika. *Flowchart preprocessing* citra lontar dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Preprocessing Citra Lontar

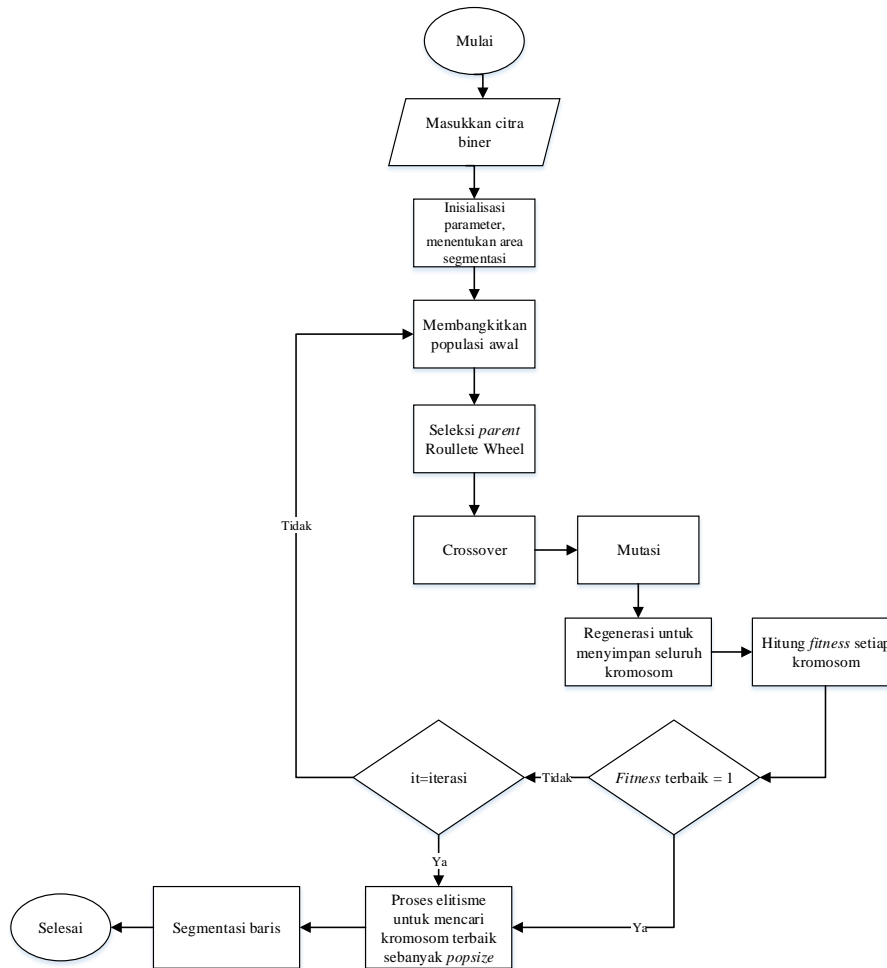
Berikut adalah langkah-langkah *preprocessing* citra lontar:

- 1) Masukkan citra lontar aksara Bali yang akan menjadi data pengujian.
- 2) *Grayscale* merupakan proses yang digunakan untuk mengubah warna citra lontar dari citra RGB (*red*, *green* dan *blue*) menjadi abu-abu (*gray*). Proses *grayscale* dilakukan dengan mengambil nilai warna *red*, *green*, *blue* pada setiap piksel. Setelah itu dilakukan perhitungan dengan cara nilai warna $red * 0.299$, nilai warna $green * 0.587$, dan nilai warna $blue * 0.114$ pada setiap piksel. Hasil dari proses ini yaitu citra lontar berwarna keabuan.
- 3) Reduksi *noise* digunakan untuk mengurangi *noise* pada citra lontar hasil *grayscale*. Teknik reduksi *noise* yang digunakan adalah *median filter*. *Median filter* digunakan untuk mereduksi *noise* dengan *window* berukuran 3x3. Setelah menentukan ukuran *window*, setiap nilai piksel pada *window* akan diurutkan secara *ascending*. Nilai tengah (*median*) yang didapat setelah nilai piksel diurutkan akan mengganti nilai tengah piksel pada *window* yang telah ditentukan.
- 4) Setelah proses reduksi *noise*, dilakukan proses *thresholding* untuk mengubah warna citra lontar hasil reduksi *noise* menjadi hitam dan putih atau disebut binerisasi. Proses *thresholding* dilakukan dengan mengubah nilai piksel menjadi 0 atau 1. Pada proses ini juga dilakukan pemisahan atau segmentasi antara *background* dengan *foreground*. Objek dibuat berwarna gelap dengan nilai 0 dan latar belakang berwarna putih dengan nilai 1. Proses binerisasi dilakukan menggunakan *Local Adaptive Threshold*. Hasil dari proses binerisasi berupa citra biner yang akan menjadi inputan pada proses segmentasi baris menggunakan metode Algoritma Genetika.

2.2.2 Segmentasi Baris Menggunakan Algoritma Genetika

Proses segmentasi baris dilakukan setelah tahap preprocessing citra lontar. Segmentasi baris Aksara Bali pada citra lontar dilakukan dengan menggunakan metode Algoritma Genetika. Algoritma Genetika adalah algoritma pencarian dan optimasi berdasarkan mekanisme seleksi alam dan genetika alami. Implementasi Algoritma Genetika diawali dengan inialisasi yaitu pembangkitan solusi yang

berupa kromosom secara acak, reproduksi, evaluasi, dan diakhiri dengan proses seleksi kromosom terbaik sebagai solusi [4]. Berikut merupakan *flowchart* perancangan segmentasi baris menggunakan Algoritma Genetika.



Gambar 5. Flowchart Proses Segmentasi Baris dengan Algoritma Genetika

Berikut adalah langkah-langkah segmentasi baris menggunakan metode Algoritma Genetika:

- 1) Memasukkan citra biner hasil *preprocessing* ke dalam sistem.
- 2) Inisialisasi parameter yaitu *popsize* (ukuran populasi), iterasi (generasi), probabilitas *crossover* (*pc*), dan probabilitas mutasi (*pm*). *Popsize* dan iterasi ditentukan berdasarkan hasil pengujian sesuai pada tabel 10. Kombinasi parameter *pc* dan *pm* sesuai rekomendasi dari [5] dapat dilihat pada tabel 9.
- 3) Populasi awal dibangkitkan dengan mengambil kromosom sebanyak *popsize* dan representasi kromosom yang digunakan adalah representasi integer. Kromosom pada penelitian ini mewakili suatu solusi yaitu baris pemisah aksara Bali pada citra lontar. Gen pada kromosom mewakili baris piksel citra biner yang diambil secara acak sesuai batas area segmentasi.

Tabel 1. Representasi Kromosom

Kromosom 1	11	11	12	10	11	12	12	9	11	11
Kromosom 2	10	11	10	10	9	8	11	8	12	11
Kromosom 3	11	8	9	12	11	10	10	10	10	10
Kromosom n	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

- 4) Seleksi *parent* dilakukan dengan metode *Roulette Wheel*. Seleksi *parent* bertujuan untuk memilih *parent* yang akan digunakan pada proses *crossover* (kawin silang). Pada proses pertama, dilakukan perhitungan nilai *fitness* setiap kromosom pada populasi awal, setelah itu dilakukan proses perhitungan probabilitas dari setiap kromosom dan menghitung probabilitas kumulatif.

Untuk mengetahui banyaknya *parent* yang dipilih pada proses seleksi ini yaitu mengalikan probabilitas *crossover* (*pc*) dengan *popsiz*e. Berikut adalah contoh perhitungan seleksi *parent* menggunakan Roullete Wheel.

Tabel 2. Contoh Perhitungan Seleksi *Parent*

Fitness	Total Fitness	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
0.05	0.16	0.31	0.31
0.04		0.25	0.56
0.07		0.43	0.68

Setelah dilakukan perhitungan seperti tabel diatas, maka selanjutnya dilakukan pembangkitan bilangan acak (0 sampai 1) sebanyak *prob_parent*, nilai acak yang didapatkan dibandingkan dengan nilai probabilitas kumulatif tiap kromosom, apabila nilai acak tersebut lebih kecil atau sama dengan nilai probabilitas kumulatif salah satu kromosom, maka kromosom tersebut yang terpilih menjadi *parent*.

- 5) Crossover merupakan operator yang dimiliki Algoritma Genetika dengan mengkombinasikan dua kromosom sebagai *parent* untuk menghasilkan kromosom baru (*offspring*). Metode *crossover* yang digunakan adalah *One Cut Point Crossover*. Proses *crossover* dilakukan dengan mengawinkan *parent* yang dipilih secara acak dari hasil seleksi *Roullete Wheel* sebanyak *prob_parent*. Untuk menentukan *cut point* dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak dengan rentang 1 sampai N-1 dimana N merupakan panjang gen. Setelah itu dilakukan penukaran gen dari kromosom *parent 1* bagian kanan *cut point* dengan gen kromosom *parent 2* bagian kanan *cut point* sehingga menghasilkan dua *child*.
- 6) Mutasi dilakukan bertujuan untuk mengubah atau memodifikasi gen-gen tertentu dalam sebuah kromosom, sehingga dapat meningkatkan variasi populasi. Metode mutasi yang digunakan adalah *Partial Shuffle Mutation*. Proses mutasi dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak (0 sampai 1) sebanyak total gen, kemudian bilangan acak tersebut dibandingkan dengan probabilitas mutasi (*pm*). Apabila bilangan acak tiap gen lebih kecil dari *pm*, maka gen tersebut akan dimutasi. Mutasi dilakukan pada *parent* dan *child* hasil dari proses *crossover*.
- 7) Setelah melakukan proses mutasi, selanjutnya dilakukan proses regenerasi untuk membentuk populasi baru. Populasi baru yang terbentuk merupakan kumpulan kromosom (individu) hasil seleksi *parent*, *crossover* dan mutasi.
- 8) Untuk menghitung nilai *fitness* tiap kromosom, diperlukan fungsi tujuan. Pada penelitian ini, fungsi tujuan yang dicari adalah meminimalkan nilai hitam pada kromosom (termasuk nilai hitam yang terdapat dalam jarak) dan meminimalkan jarak antar gen pada kromosom. Minimasi nilai hitam dan jarak bertujuan untuk mendapatkan baris pemisah aksara tanpa adanya pemotongan aksara. Semakin sedikit nilai hitam dan jarak yang terdapat dalam suatu kromosom, maka nilai *fitness* akan semakin tinggi. Untuk menghitung nilai *fitness* digunakan persamaan berikut:

$$fitness = \frac{1}{\sum nilai\ hitam + \sum jarak + 1} \quad (1)$$

- 9) Terdapat dua kondisi konvergen atau kondisi berhenti dalam proses Algoritma Genetika. Pertama, jika nilai iterasi sudah mencapai nilai maksimal, maka akan dilanjutkan ke langkah (10), jika tidak maka kembali ke langkah (3). Kondisi kedua, jika terdapat sebuah kromosom yang memiliki nilai *fitness* tertinggi yaitu 1, maka akan dilanjutkan ke langkah (10), jika tidak maka kembali ke langkah (3). Kromosom dengan nilai *fitness* 1 berarti baris pemisah yang dihasilkan sudah optimal dan tidak terdapat nilai hitam maupun aksara yang terpotong.
- 10) Elitisme dilakukan untuk menyalin kromosom dengan *fitness* tertinggi sebanyak *popsiz*e, lalu diambil satu kromosom terbaik yang akan menjadi baris pemisah aksara Bali pada citra lontar.
- 11) Segmentasi baris dilakukan dengan memberikan nilai atau warna biru pada kromosom terbaik agar terlihat perbedaan antara baris pemisah dengan aksara Bali. Segmentasi dilakukan dengan empat kondisi untuk membentuk baris pemisah.

- a. Pertama, ketika gen saat ini merupakan gen pertama, maka beri tanda atau warna biru pada gen tersebut.

Tabel 3. Kondisi Pertama

8											
9											
10											
11											
12											

- b. Kedua, ketika gen saat ini sama dengan gen sebelumnya, maka beri tanda atau warna biru pada gen saat ini.

Tabel 4. Kondisi Kedua

8											
9											
10											
11											
12											

- c. Ketiga, ketika tidak terdapat warna hitam pada jarak, maka beri tanda atau warna biru pada gen sebelumnya sampai gen saat ini (ketika gen sebelumnya lebih kecil daripada gen saat ini) dan sebaliknya.

Tabel 5. Kondisi Ketiga

8											
9											
10											
11											
12											

- d. Keempat, ketika terdapat nilai atau warna hitam pada jarak antara gen saat ini dan gen sebelumnya, maka nilai gen saat ini diubah menjadi nilai gen sebelumnya lalu beri tanda pada gen saat ini.

Tabel 6. Kondisi Keempat

8											
9											
10											
11											
12											

Tabel 7. Hasil Kondisi Keempat

8											
9											
10											
11											
12											

Tabel 8. Hasil Segmentasi

8											
9											
10											
11											
12											

2.3 Pengujian Metode

2.3.1 Pengujian Parameter Probabilitas Crossover dan Mutasi

Pengujian parameter probabilitas *crossover* dan mutasi dilakukan untuk mengetahui kombinasi parameter *pc* dan *pm* yang dapat menghasilkan nilai *fitness* yang optimal. Pengujian ini menggunakan 10 kombinasi parameter *pc* dan *pm* yang berbeda dengan melakukan 10 kali percobaan pada setiap kombinasi parameter. Berikut merupakan tabel kombinasi parameter yang akan diuji [5]:

Tabel 9. Kombinasi Parameter

Parameter	Probabilitas Crossover (<i>pc</i>)	Probabilitas Mutasi (<i>pm</i>)
P1	0,1	1
P2	0,2	0,9
P3	0,3	0,8
P4	0,4	0,7
P5	0,5	0,6
P6	0,6	0,5
P7	0,7	0,4
P8	0,8	0,3
P9	0,9	0,2
P10	1	0,1

2.3.2 Pengujian Parameter Popsize dan Iterasi

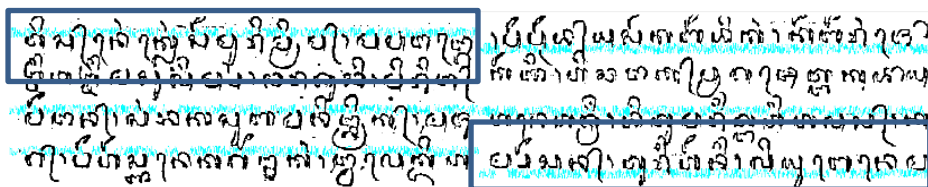
Pengujian *popsize* dan iterasi dilakukan untuk mengetahui nilai *popsize* dan iterasi yang akan digunakan dalam penelitian ini. Pengujian *popsize* dan iterasi dilakukan untuk mengetahui nilai *popsize* dan iterasi yang menghasilkan akurasi yang optimal dengan *running time* yang singkat. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali untuk melihat perubahan nilai akurasi dan *running time* yang didapatkan setiap kali pengujian.

Tabel 10. Pengujian Parameter Popsize dan Iterasi

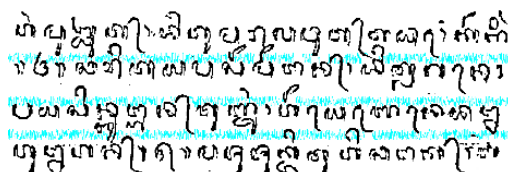
Popsize dan Iterasi
10
20
30
40

2.3.3 Pengujian Parameter Batas Tepi Lontar

Pengujian batas tepi lontar dilakukan dengan menguji berapa besar bagian atas dan bawah lontar yang dianggap sebagai daerah tepi dan bukan sebagai area segmentasi baris aksara Bali karena daerah tepi tersebut memungkinkan memiliki nilai hitam sedikit dan terhitung sebagai baris pemisah. Berikut merupakan contoh baris pemisah aksara yang tepat dan tidak tepat.



Gambar 6. Contoh Area Baris Pemisah Yang Tidak Tepat



Gambar 7. Contoh Baris Pemisah Yang Tepat

Pengujian ini dilakukan kepada setiap data citra lontar agar diketahui seberapa besar batas tepi yang terbaik sehingga baris aksara paling atas dan baris aksara paling bawah tidak terpotong. Berikut merupakan tabel batas tepi lontar yang diujikan.

Tabel 11. Pengujian Parameter Batas Tepi Lontar

Batas Tepi Lontar
50
60
75

2.3.4 Pengujian Parameter Batas Area Pemisah

Pengujian batas area pemisah dilakukan untuk menemukan nilai atau batas area pemisah yang tepat. Nilai area segmentasi yang terlalu besar dapat mengakibatkan terjadinya pemotongan aksara atau nilai hitam yang lebih banyak dan nilai area yang terlalu kecil mengakibatkan posisi baris pemisah yang tidak tepat. Berikut merupakan tabel batas area pemisah yang diujikan.

Tabel 12. Parameter Pengujian Batas Area Pemisah

Batas Area Pemisah
15
25
35

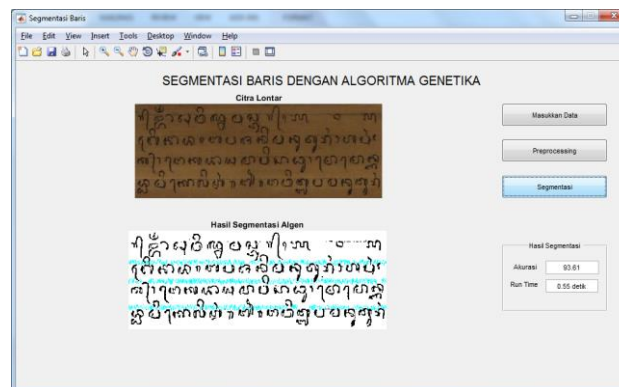
2.3.5 Pengujian Akurasi Hasil Segmentasi Baris

Pengujian akurasi hasil segmentasi dilakukan dengan menghitung akurasi yang didapatkan pada setiap baris pemisah, setelah itu akurasi yang didapat pada setiap baris akan dijumlahkan dan dibagi dengan total baris pemisah untuk mengetahui akurasi hasil segmentasi baris setiap bilah lontar. Dalam pengujian ini digunakan parameter terbaik yaitu dari hasil pengujian parameter metode Algoritma Genetika (*crossover*, mutasi, iterasi dan *popsize*), hasil pengujian batas tepi lontar, dan hasil pengujian batas area segmentasi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Antarmuka Sistem

Antarmuka sistem pada penelitian ini dibuat berbasis desktop menggunakan bahasa pemrograman Matlab. Berikut merupakan hasil implementasi antarmuka sistem.



Gambar 8. Antarmuka Sistem

3.2. Hasil Pengujian Metode

3.2.1 Hasil Pengujian Parameter Probabilitas Crossover dan Mutasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kombinasi parameter probabilitas crossover (*pc*) dan probabilitas mutasi (*pm*) yang dapat menghasilkan akurasi paling optimal. Berikut merupakan nilai rata-rata setiap kombinasi parameter *pc* dan *pm*.

Tabel 7. Hasil Pengujian Parameter *Pc* dan *Pm*

Parameter	Fitness
P1	0.00015215
P2	0.00015221

P3	0.00015311
P4	0.00015291
P5	0.00015298
P6	0.00015613
P7	0.00015459
P8	0.00015415
P9	0.00015357
P10	0.00015328

Berdasarkan tabel 7, rata-rata *fitness* terbaik didapatkan pada kombinasi parameter P6 sebesar 0.00015613. Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat bahwa kombinasi parameter terbaik untuk menghasilkan *fitness* dengan nilai yang tinggi adalah apabila nilai probabilitas *crossover* (pc) lebih besar dari nilai probabilitas mutasi (pm).

3.2.2 Hasil Pengujian Parameter Popsize dan Iterasi

Setelah melakukan 5 kali percobaan, maka dihitung nilai rata-rata akurasi dan *running time* yang didapatkan. Berdasarkan nilai rata-rata yang didapatkan, parameter yang mendapatkan nilai akurasi tertinggi dan *running time* terendah akan dijadikan sebagai parameter uji pada penelitian ini. Berikut merupakan tabel pengujian nilai rata-rata setiap parameter.

Tabel 8. Hasil Pengujian Parameter Popsize dan Iterasi

Nilai Parameter	Akurasi (%)	<i>Running Time</i> (second)
10	91.34	0.92
20	91.27	3.88
30	91.16	12.04
40	91.15	30.45

Berdasarkan pengujian rata-rata parameter popsize dan iterasi pada tabel 8, didapatkan akurasi dan *running time* terbaik pada nilai parameter 10. Semakin besar nilai *popsize* dan iterasi yang digunakan, maka *running time* program yang dibutuhkan juga semakin besar.

3.2.3 Hasil Pengujian Parameter Batas Tepi Lontar

Setelah melakukan pengujian terhadap batas tepi lontar yang ditentukan, nilai batas tepi lontar yang menghasilkan baris pemisah yang tepat akan digunakan sebagai parameter uji batas tepi lontar. Berikut merupakan tabel hasil pengujian batas tepi lontar.

Tabel 9. Hasil Pengujian Parameter Batas Tepi Lontar

Batas Tepi Lontar	Total Baris Pemisah Yang Tepat	Total Baris Pemisah Yang Tidak Tepat
50	5 Bilah	5 Bilah
60	7 Bilah	3 Bilah
75	10 Bilah	0 Bilah

Berdasarkan pengujian batas tepi lontar pada tabel 9, batas tepi lontar dengan nilai parameter sebesar 75 dapat menemukan baris pemisah yang tepat terhadap seluruh data, maka batas tepi lontar yang akan digunakan adalah 75.

3.2.4 Hasil Pengujian Parameter Batas Area Pemisah

Setelah melakukan pengujian, batas area pemisah yang menghasilkan nilai akurasi paling tinggi akan digunakan sebagai parameter batas area pemisah segmentasi baris. Berikut merupakan tabel hasil pengujian batas area pemisah.

Tabel 10. Hasil Pengujian Parameter Batas Area Pemisah

Batas Area Pemisah	Akurasi (%)
15	93.14
25	90.75
35	89.44

Berdasarkan pengujian parameter batas area pemisah pada tabel 10, batas area pemisah dengan nilai parameter sebesar 15 dapat menghasilkan akurasi paling tinggi yaitu sebesar 93.14%, maka batas area pemisah yang akan digunakan adalah 15.

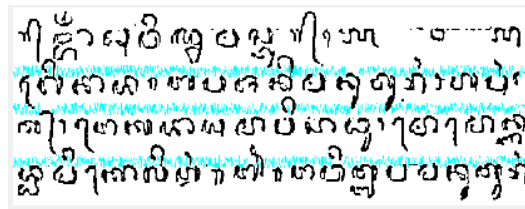
3.2.5 Hasil Pengujian Akurasi Hasil Segmentasi Baris

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nilai akurasi hasil segmentasi baris menggunakan metode Algoritma Genetika. Dalam pengujian ini digunakan parameter terbaik yaitu dari hasil pengujian parameter metode Algoritma Genetika (*crossover* dengan nilai sebesar 0.6, mutasi dengan nilai sebesar 0.5, iterasi dengan nilai sebesar 10, dan *popsiz*e dengan nilai sebesar 10), hasil pengujian batas tepi lontar dengan nilai sebesar 75, dan hasil pengujian batas area segmentasi dengan nilai sebesar 15. Berikut merupakan akurasi hasil segmentasi baris.

Tabel 11. Hasil Pengujian Akurasi Hasil Segmentasi Baris

Data Lontar	Panjang Segmentasi	Total Segmentasi Terkena Hitam	Akurasi Segmentasi
Bilah 1	43168	2674	93.81%
Bilah 2	46622	4024	91.37%
Bilah 3	42801	2328	94.56%
Bilah 4	47630	3316	93.04%
Bilah 5	42723	3555	91.68%
Bilah 6	48601	3601	92.59%
Bilah 7	42718	4091	90.42%
Bilah 8	46856	4659	90.06%
Bilah 9	42063	3454	91.79%
Bilah 10	47118	3563	92.44%

Berdasarkan pada pengujian 10 bilah citra lontar diperoleh rata-rata akurasi hasil segmentasi baris sebesar 92.17%. Pada proses segmentasi terdapat beberapa kondisi yang mempengaruhi hasil akurasi segmentasi baris aksara Bali yaitu adanya *noise* yang juga terhitung sebagai nilai hitam dan terdapat beberapa aksara Bali yang terpotong pada saat proses segmentasi. Berikut adalah citra lontar hasil segmentasi baris.



Gambar 9. Citra Hasil Segmentasi Baris

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diperoleh yaitu:

1. Segmentasi baris aksara Bali dengan metode Algoritma Genetika berhasil diterapkan dengan melakukan pengujian terhadap parameter *popsiz*e, iterasi, probabilitas mutasi dan probabilitas *crossover* sehingga didapatkan nilai parameter terbaik yang menghasilkan nilai *fitness* optimal. Adapun nilai dari parameter-parameter tersebut adalah iterasi = 10, *popsiz*e = 10, probabilitas mutasi = 0.5, dan probabilitas *crossover* = 0.6. Proses segmentasi baris dilakukan dengan penambahan 4 kondisi atau peraturan untuk membentuk baris pemisah aksara Bali.
2. Akurasi yang dihasilkan dari penerapan metode Algoritma Genetika dalam melakukan segmentasi baris aksara Bali berdasarkan pengujian terhadap 10 bilah citra lontar yaitu sebesar 92.17%.

Daftar Pustaka

- [1] I. M. D. A. Jaya, I. K. Paramarta e I. B. Rai, "Nureksain Kaanutan Sesuratan Aksara Bali Nganggan Noto Font Lan Aplikasi Wantuan Papan Ketik Multiling O Keyboard," *Jurnal Pendidikan Bahasa Bali Undiksha*, 2019.
- [2] P. I. Pradnyawati, "Segmentasi Karakter Aksara Bali Pada Citra Lontar," em *Skripsi*, Bukit Jimbaran, Program Studi Informatika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana. Tidak Diterbitkan, 2020.

- [3] J. C. Juwardi, "Segmentasi Baris Citra Lontar Aksara Kuno Menggunakan Metode Shredding Text," in *Skripsi*, Yogyakarta, Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Sanata Dharma. Tidak diterbitkan, 2019.
- [4] I. F. Zamani, G. W. Wicaksono e A. E. Winarno, "Penerapan Algoritma Genetika Menggunakan Metode Seleksi Roulette Wheel Pada Optimasi Penentuan Komposisi Bahan Pakan Ayam Broiler," *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, vol. 4, pp. 28-33, 2018.
- [5] F. Ramadhani, A. F. Ficry e R. Fitriawanti, "Optimasi Pendistribusian Barang Farmasi Menggunakan Algoritma Genetika," *Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, vol. 5, 2018.

This page is intentionally left blank.
Halaman ini sengaja dikosongkan.