

Segmentation of Thick and Thin Eye Blood Vessels Using the IUWT and Fuzzy Otsu Thresholding Methods

Segmentasi Pembuluh Darah Mata Tebal dan Tipis Menggunakan Metode IUWT dan *Fuzzy Otsu Thresholding*

Putri Nur Rahayu¹, Achmad Arif Alfin², Riska Nurtantyo Sarbini³

^{1,2,3}Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kediri Kediri

E-mail: *¹putrinurrahayu.123@gmail.com, ²a.arifalfin@uniska-kediri.ac.id,

³riskanurtantyoaribini@gmail.com

Abstract – Segmentation of blood vessel can used to detect diabetic retinopathy. Characteristic of diabetic retinopathy is the vessel grew a new thin vessel and it can cause blindness. It is very necessary to detect abnormal blood vessels automatically. In this research, researchers combined Isotropic Undecimated Wavelet Transform (IUWT) and Fuzzy Otsu Thresholding for segmentation of thick and thin blood vessels. In this research, it has an average accuracy of 0.96. The combination can also segment thin and thick blood vessels well.

Keywords — diabetic retinopathy, fuzzy otsu thresholding, IUWT, segmentation, vessel

Abstrak – Segmentasi dari pembuluh darah dapat digunakan untuk mendeteksi *Diabetic Retinopathy*. Karakteristik dari *Diabetic Retinopathy* adalah tumbuh pembuluh tipis pada pembuluh darah mata, sehingga bisa menyebabkan kebutaan, oleh karena itu dibutuhkan pendeteksi ketidak normalan pembuluh darah secara otomatis. Pada penelitian ini, peneliti menggabungkan metode *Isotropic Undecimated Wavelet Transform* (IUWT) dan *Fuzzy Otsu Thresholding* untuk segmentasi pembuluh darah tebal dan tipis. Pada penelitian ini memiliki akurasi rata-rata 0.96. Penggabungan tersebut juga dapat melakukan segmentasi pembuluh darah tipis dan tebal dengan baik.

Kata Kunci — diabetic retinopathy, fuzzy otsu thresholding, IUWT, pembuluh, segmentasi

1. PENDAHULUAN

Penyakit *Diabetic Retinopathy* adalah penyakit yang disebabkan oleh pola hidup seseorang yang buruk, prediksi awal dari penyakit *diabetic retinopathy* sangat diperlukan. Salah satu contoh yang dapat dideteksi perbedaannya yaitu dengan melihat struktur pembuluh darah. Pada penelitian ini struktur pembuluh darah yang dideteksi adalah struktur pembuluh darah tebal dan tipis. Untuk mempermudah dalam mendeteksi perbedaan struktur pembuluh darah tebal dan tipis pada *dataset*, maka pada penelitian ini membuat *tools* otomatis yang dapat mempermudah pendeteksian perbedaan struktur pembuluh darah pada mata.

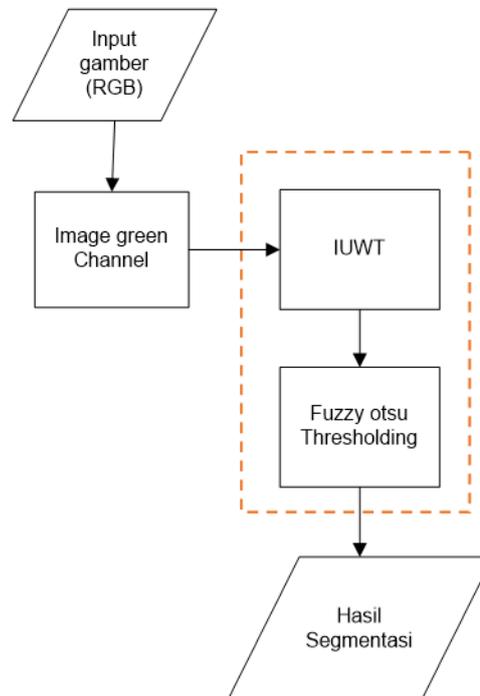
Didalam ilmu komputer proses pendeteksian bisa melalui proses segmentasi atau proses memisahkan antara pembuluh darah dengan background sehingga dapat ke deteksi ketidak normalan dari suatu *dataset*. Segmentasi pembuluh darah pada dataset mata bagian dalam atau biasa disebut *fundus* adalah suatu *challenging* dikarenakan pada *dataset fundus* memiliki karakteristik yaitu *low contrast* dan *inhomogeneity background lighting* [1]. Proses *inhomogeneity* terjadi pada jenis variasi *background* dan jenis pembuluh darah pada fundus yang memiliki *contrast* yang tinggi, sehingga pembuluh darah pada *fundus* sulit terdeteksi [1]. Fungsi *Digital Image Capture* dengan kamera *fundus* yaitu untuk menganalisis abnormalitas dari retina, dengan tools yang presisi dan akurasi digunakan untuk mengetahui keberhasilan proses segmentasi pada *dataset fundus* [2].

Pada penelitian sebelumnya yaitu “*Segmentation vessel in Fundus with Isotropic Undecimated Wavelet Transform (IUWT) and Fuzzy Hysteresis Thresholding (FHT)*”. Pada penelitian sebelumnya fungsi metode IUWT digunakan untuk segmentasi awal dan FHT untuk proses segmentasi kedua. Untuk menghasilkan hasil segmentasi dan akurasi yang bagus maka pada penelitian ini mengkombinasikan metode IUWT dengan *Fuzzy Otsu Thresholding*.

Dari beberapa metode thresholding [1]–[6], metode *Otsu Thresholding* adalah salah satu metode yang sangat cocok digunakan untuk segmentasi pada *dataset fundus* dikarenakan dapat mensegmentasi citra dengan *low contrast* dan *inhomogeneity background lighting*. Pada penelitian ini diawali dengan pemilihan *green channel* pada *dataset fundus* dengan cara merubah level RGB menjadi level *green channel* kemudian langkah selanjutnya yaitu segmentasi awal dengan metode *Isotropic Undecimated Wavelet Transform (IUWT)*, metode IUWT digunakan pada penelitian ini dikarenakan metode ini menghasilkan hasil yang bagus [7] dan langkah terakhir yaitu menggunakan metode *Fuzzy Otsu Thresholding*. Fungsi dari kombinasi metode IUWT dan *Fuzzy Otsu Thresholding* pada penelitian ini diharapkan agar mendapatkan hasil akurasi yang lebih baik dari metode sebelumnya.

2. METODE PENELITIAN

Kombinasi dari *Isotropic Undecimated Wavelet Transform (IUWT)* dan *Otsu Thresholding* pada penelitian ini digunakan untuk melakukan segmentasi pembuluh darah baik pembuluh darah tipis maupun tebal. Fungsi dari proses segmentasi adalah agar dapat dilihat struktur pembuluh darah mata normal atau tidak. Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini antara lain: 1) Langkah pertama yaitu merubah level RGB menjadi level *green channel*, 2) Proses segmentasi awal dengan metode IUWT, 3) Proses segmentasi yang kedua dengan metode *Otsu Thresholding*. *Flowchart* metode segmentasi dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

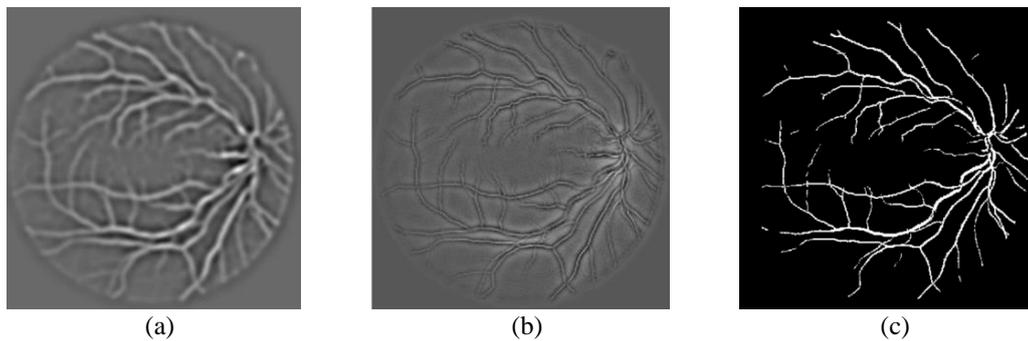


Gambar 1. Proses Metode Segmentasi

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa langkah-langkah dari proses segmentasi suatu pembuluh darah tebal maupun tipis pada fundus dengan menggabungkan metode IUWT dan *Otsu Thresholding*. Langkah pertama yaitu pemilihan *green channel* untuk memudahkan pemrosesan citra dikarenakan

pada level *green channel* digunakan untuk proses *enhancement* [1]. Langkah kedua yaitu proses segmentasi menggunakan metode IUWT, Proses IUWT digunakan untuk proses segmentasi awal pada citra *fundus* sehingga gambar yang memiliki nilai iluminasi rendah dapat terdeteksi dengan baik seperti pada penelitian [3]–[5]. Langkah ketiga yaitu proses segmentasi menggunakan metode *Fuzzy Otsu Thresholding*, langkah ini merupakan proses segmentasi yang terakhir pada penelitian ini. Proses yang dilakukan pada metode *Fuzzy* sesuai langkah yang ada pada penelitian [7], digunakan untuk penambahan metode *Otsu Thresholding*. Metode ini digunakan untuk memperbaiki hasil segmentasi pada *vessel*. Langkah *Otsu Thresholding* adalah langkah yang dilakukan setelah langkah *Fuzzy*.

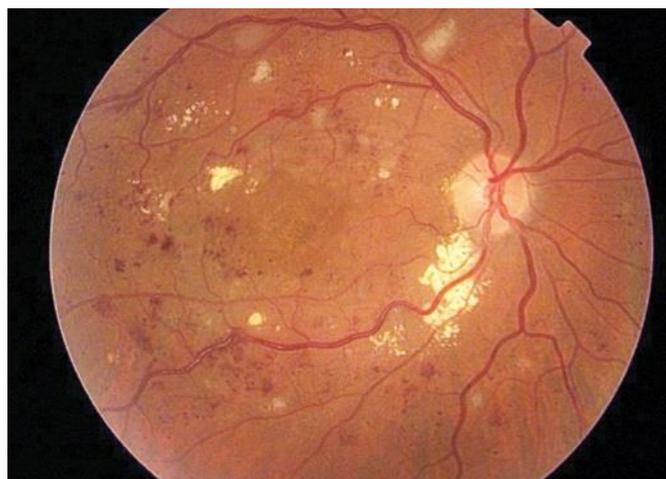
Kontribusi pada penelitian ini berupa penggabungan metode IUWT dengan *Fuzzy Otsu Thresholding* yang dapat melakukan segmentasi pembuluh darah tebal dan tipis. Hasil dari IUWT, *Fuzzy*, dan *Otsu Thresholding* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. a. Hasil Dari IUWT, b. Hasil Dari *Fuzzy*, c. Hasil Dari *Otsu Thresholding*

2.1. Retina

Lapisan sel saraf atau biasa yang disebut dengan retina berfungsi untuk mengubah cahaya yang masuk secara visual dari mata yang kemudian dikirim ke otak melalui syaraf. Penglihatan visual oleh mata sangat tergantung dari kesehatan mata seseorang. Salah satu contoh penyakit mata yaitu penyakit yang disebabkan dari *Diabetic Proliferative* [8]. *Diabetic Proliferative* adalah penyakit tumbuhnya pembuluh darah baru akibat gula darah yang tinggi, pada Gambar 3 dapat dilihat ciri-ciri penyakit *Diabetic Proliferative*.



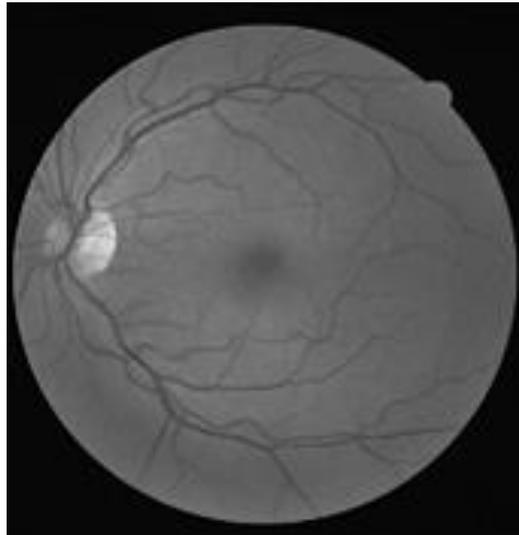
Gambar 3. Penyakit *Diabetic Proliferative* [8]

2.2. Input Data

Input dari data dari penelitian ini berupa citra retina mata dengan ukuran 565x584 pada *dataset drive*.

2.3. Proses Preprocessing

Dataset citra retina mata dapat memberi informasi tentang struktur dari retina mata, sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi ketidak normalan pada struktur retina mata. Proses awal pada penelitian ini yaitu dengan merubah dari level RGB menjadi *green channel* yang dapat dilihat pada Gambar 4. Fungsi dari proses ini untuk memperbaiki proses awal dari segmentasi pembuluh darah retina yang memiliki karakter gambar dengan iluminasi tinggi.



Gambar 4. *Green Channel*

2.4. Isotropic Undecimated Wavelet Transform (IUWT)

Pada *dataset fundus* terdapat beberapa macam *noise* sehingga dapat mempengaruhi hasil akurasi dan presisi pada proses segmentasi, Oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan metode IUWT untuk mendeteksi pembuluh darah pada dimensi signal agar tidak terpengaruh oleh *noise* [4].

Pada penelitian ini proses IUWT digunakan setelah tahapan preproses agar mengoptimalkan pada proses segmentasi yang pertama.

Langkah metode IUWT:

- 1) Setiap iterasi dari j dari koefisien C_j digunakan untuk menghitung proses *lowpass filtering*.
- 2) *Scalling coefficient* (C_j) dengan menghitung nilai rata-rata dari sinyal original yang ada pada gambar *input-an*, sehingga pada proses *scalling* terdapat dua hasil *output* yaitu *spatial domain* dan *frequency domain*. Rumus proses *scalling* dapat dilihat pada Persaman 1.

$$C_{j+1} = C_j * h^j \dots\dots\dots (1)$$

- 3) h^j adalah filter yang digunakan untuk menghitung proses *scalling cone* dengan *coefficient value* pada algoritma *cubic B-spline* $\frac{[1,4,6,4,1]}{16}$.
- 4) Selanjutnya menghitung *wavelet coefficients* dari dua set jenis ukuran *scalling* yang berbeda. Rumus untuk menghitung perbedaan dari *wavelet coefficients* dapat dilihat di Persaman 2 dan 3.

$$w_{j+1} = C_j - C_{j+1} \dots \dots \dots (2)$$

$$f = C_n + \sum_{j=1}^n w_j \dots \dots \dots (3)$$

2.5. Fuzzy Otsu Thresholding

Pada penelitian ini menggunakan kombinasi metode *Fuzzy* dengan metode *Otsu Thresholding*. Untuk rumus dari *Fuzzy* dapat dilihat pada [4], [9]. langkah selanjutnya setelah metode *Fuzzy* adalah metode *Otsu*, langkah dari metode *Otsu* antara lain:

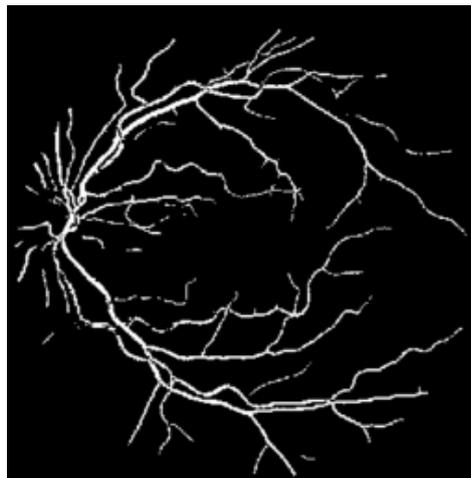
- 1) Menghitung antara dua kluster yaitu kluster *foreground* dan *background* dengan persamaan dibawah ini dan dari kedua kluster akan dihitung nilai probabilitas (ω_0, ω_1) dan rata-rata (μ_0, μ_1). Persamaan *Otsu* dapat dilihat pada persamaan 3 [10].

$$\begin{aligned}
 p_i &= \frac{n_i}{N}, \quad p_i \geq 0, \sum_{i=1}^L p_i = 1 \\
 \omega_0 &= \sum_{i=1}^k p_i = \omega(k) \\
 \omega_1 &= \sum_{i=k+1}^L p_i = 1 - \omega(k) \\
 \mu_0 &= \sum_{i=1}^k \frac{ip_i}{\omega_0} = \frac{\mu(k)}{\omega(k)} \\
 \mu_1 &= \sum_{i=k+1}^L \frac{ip_i}{\omega_1} = \frac{\mu_T - \mu(k)}{1 - \omega(k)} \dots \dots \dots (1)
 \end{aligned}$$

- 2) Dimana zeroth cumulative moment ($\omega(k)$), *first cumulative moment*($\mu(k)$), dan total nilai rata-rata μ_T dihitung dengan persamaan 4.

$$\begin{aligned}
 \omega(k) &= \sum_{i=1}^k p_i \\
 \mu(k) &= \sum_{i=1}^k ip_i \\
 \mu_T &= \mu(L) = \sum_{i=1}^L ip_i \\
 \omega_0\mu_0 + \omega_1\mu_1 &= \mu_T, \quad \omega_0 + \omega_1 = 1 \dots \dots \dots (1)
 \end{aligned}$$

Dalam proses pencarian threshold pada metode *Otsu* dengan penjumlahan antara kedua hasil rata-rata *foreground* dan *background* pada tiap gambar. Hasil Segmentasi menggunakan *Fuzzy Otsu Thresholding* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Segmentasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang menggabungkan metode IUWT dan *Fuzzy Otsu Thresholding* untuk segmentasi pembuluh darah tebal dan tipis diperoleh data *True Positive Rate* (TPR), *False Positive Rate* (FPR), *Accuration* (Acc) dan *Precision* (Pcc) seperti yang disajikan oleh Tabel 1.

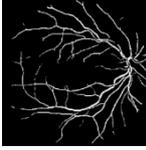
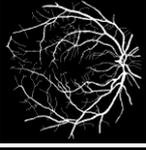
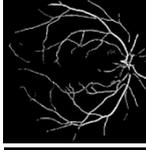
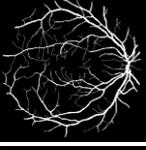
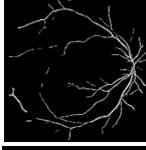
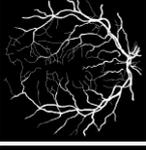
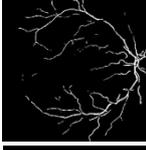
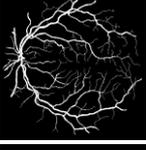
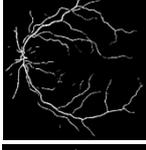
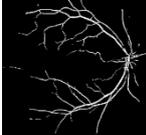
Tabel 1. TPR, FPR, Acc, Pcc

No	TPR	FPR	Acc	Pcc
1	0,60	0	0,96	1
2	0,56	0	0,96	1
3	0,56	0	0,95	1
4	0,41	0	0,95	1
5	0,47	0	0,95	1
6	0,51	0	0,95	1
7	0,37	0	0,94	1
8	0,39	0	0,95	1
9	0,46	0	0,96	1
10	0,51	0	0,96	1
11	0,44	0	0,95	1
12	0,57	0	0,96	1
13	0,47	0	0,95	1
14	0,57	0	0,96	1
15	0,53	0	0,97	1
16	0,53	0	0,96	1
17	0,55	0	0,96	1
18	0,60	0	0,97	1
19	0,69	0	0,97	1
20	0,60	0	0,97	1

Dari data yang disajikan oleh Tabel 1 maka akurasi rata-rata yang diperoleh dari penggabungan metode IUWT dan *Fuzzy Otsu Thresholding* untuk segmentasi pembuluh darah tebal dan tipis sebesar 0,96.

Perbandingan secara visualisasi dari hasil Segmentasi pembuluh darah tebal dan tipis menggunakan metode IUWT dan *Fuzzy Otsu Thresholding* dengan *Ground Truth* disajikan oleh Tabel 2 berikut..

Tabel 2. Perbandingan Hasil Secara Visualisasi

No	Ground Truth	Hasil Segmentasi IUWT dan Fuzzy Otsu Thresholding
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa perbandingan dari *Ground Truth* dengan penggabungan metode IUWT dan *Fuzzy Otsu Thresholding*, hasil segmentasi metode IUWT dan *Fuzzy Otsu Thresholding* sudah mendekati hasil visualisasi dari gambar *Ground Truth* serta pembuluh darah tipis dan tebal dapat tersegmentasi dengan baik.

4. KESIMPULAN

Segmentasi dengan kombinasi metode IUWT dan *Fuzzy Otsu Thresholding* memiliki nilai akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan jenis metode thresholding biasa. Akurasi rata-rata yang dihasilkan dari Penggabungan metode IUWT dan *Fuzzy Otsu Thresholding* untuk segmentasi pembuluh darah tebal dan tipis sebesar 0.96. Penggabungan metode IUWT dan *Fuzzy Otsu Thresholding* untuk segmentasi pembuluh darah tebal dan tipis juga dapat melakukan segmentasi pembuluh darah tipis dan tebal dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Abdulsahib, M. A. Mahmoud, M. A. Mohammed, H. H. Rasheed, S. A. Mostafa, and M. S. Maashi, "Comprehensive review of retinal blood vessel segmentation and classification techniques: intelligent solutions for green computing in medical images, current challenges, open issues, and knowledge gaps in fundus medical images," *Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics*, vol. 10, pp. 1–32, 2021.
- [2] W. I. Sabilla, R. Soelaiman, and C. Fatichah, "Automatic Detection of Proliferative Diabetic Retinopathy with Hybrid Feature Extraction Based on Scale Space Analysis and Tracking," *IPTEK Journal of Proceedings Series*, vol. 2, no. 1, 2016.
- [3] P. N. Rahayu and A. R. Putri, "Segmentation vessel in Fundus with Isotropic Undecimated Wavelet Transform (IUWT) and Fuzzy Hysteresis Thresholding (FHT)," *JAREE (Journal on Advanced Research in Electrical Engineering)*, vol. 3, no. 1, 2019.
- [4] K. Jiang et al., "Isotropic undecimated wavelet transform fuzzy algorithm for retinal blood vessel segmentation," in *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*, 2015. doi: 10.1166/jmih.2015.1561.
- [5] P. N. Rahayu, A. R. Putri, and others, "Extraction of Timber's Features using GLCM, Color Moment and Isotropic Undecimated Wavelet Transform (IUWT)," *JAREE (Journal on Advanced Research in Electrical Engineering)*, vol. 6, no. 1, 2022.
- [6] P. N. Rahayu, D. F. H. Permadi, and D. Erwanto, "Automatic Polling Seeded Region Growing (APSRG) for Segmentation of Blood Vessels in Fundus," in *2022 2nd International Conference on Intelligent Cybernetics Technology & Applications (ICICyTA)*, 2022, pp. 180–185.
- [7] P. N. Rahayu and C. Fatichah, "Segmentasi Pembuluh Darah Pada Citra Fundus Menggunakan Isotropic Undecimate Wavelet Transform Dan Fuzzy Region Growing," *Scan: Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 12, no. 3, pp. 9–16, 2018.
- [8] K. Viswanath and D. D. M. McGavin, "Diabetic retinopathy: clinical findings and management," *Community Eye Health*, vol. 16, no. 46, p. 21, 2003.
- [9] C.-C. Kang, W.-J. Wang, and C.-H. Kang, "Image segmentation with complicated background by using seeded region growing," *AEU-International Journal of Electronics and Communications*, vol. 66, no. 9, pp. 767–771, 2012.

-
- [10] B. Baso, D. Nababan, Risald, and R. Y. Kolloh, "Segmentasi Citra Tenun Menggunakan Metode Otsu Thresholding dengan Median Filter," *Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (Jutikomp)*, vol. 5, no. April, 2022.

