

Klasifikasi Citra Sel Acute Lymphoblastic Leukemia menggunakan Jaringan Konvolusi dengan Transfer Learning Arsitektur ResNet 18

Laporan Tugas Akhir

Diajukan Untuk Memenuhi
Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang



Nizar Baihaqi

201910370311308

Bidang Minat

Data Sains

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

Klasifikasi Citra Sel Acute Lymphoblastic Leukemia menggunakan Jaringan Konvolusi dengan Transfer Learning Arsitektur ResNet 18

TUGAS AKHIR

**Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang**

Menyetujui,

Malang, 27 September 2023

Dosen Pembimbing 1



Ir. Yufis Azhar S.Kom., M.Kom
NIP. 10814100544PNS.

Dosen Pembimbing 2



Didih Rizki Chandranegara S.kom., M.Kom
NIP. 180302101992PNS

LEMBAR PENGESAHAN

Klasifikasi Citra Sel Acute Lymphoblastic Leukemia menggunakan Jaringan Konvolusi dengan Transfer Learning Arsitektur ResNet 18

TUGAS AKHIR

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1

Informatika Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

NIZAR BAIHAQI

201910370311308

Tugas Akhir ini telah diuji dan dinyatakan lulus melalui sidang majelis penguji pada tanggal 27 September 2023

Menyetujui,

Dosen Penguji 1



Wildan Suharso S.Kom., M.Kom

NIP. 10817030596PNS.

Dosen Penguji 2



Aminudin S.Kom., M.Cs.

NIP. 10817030594PNS.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Informatika



Ir. Galih Wasis Wicaksono S.kom. M.Cs.

NIP. 10814100541PNS.

LEMBAR PERNYATAAN

NAMA : Nizar Baihaqi
NIM : 201910370311308
FAK/JUR. : TEKNIK/INFORMATIKA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Klasifikasi Citra Sel Acute Lymphoblastic Leukemia menggunakan Jaringan Konvolusi dengan Transfer Learning Arsitektur ResNet 18" beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Dengan demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I



Ir. Yufis Azhar, S.Kom., M.Kom.
NIP. 108.1410.0544

Malang, 27 Juli 2023

Yang Membuat Pernyataan



Nizar Baihaqi

ABSTRAK

Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL) adalah jenis kanker darah yang umumnya menyerang anak-anak. Diagnosis dini ALL sangat penting untuk pengobatan yang efektif. Dalam penelitian ini, kami mengusulkan pendekatan deep learning menggunakan jaringan saraf konvolusi (CNN) dengan arsitektur ResNet18 untuk klasifikasi citra sel ALL. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa model yang diusulkan dan membandingkannya dengan hasil yang diperoleh dari paper referensi utama. Model ResNet18 dipilih karena presisi yang sangat baik dan penggunaan parameter yang lebih sedikit. Penelitian ini menggunakan dataset "Acute lymphoblastic leukemia-Image DataBase (IDB) 2" yang diperoleh dari situs ALL - IDB. Model dilatih menggunakan teknik transfer learning, di mana lapisan terakhir dari model ResNet18 diganti dengan lapisan fully connected baru, diikuti oleh fungsi aktivasi ReLU, dan menyesuaikan lapisan output akhir. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model ResNet18 yang diusulkan memiliki performa yang sangat baik untuk klasifikasi biner, dengan mencapai akurasi, presisi, sensitivitas, dan spesifisitas 100%. Untuk klasifikasi multikelas, model ResNet18 memperoleh skor akurasi sebesar 88%, presisi 81.25%, sensitivitas 81.75% dan spesifisitas sebesar 93.5%.

Kata Kunci: *acute lymphoblastic leukemia, klasifikasi citra, machine learning, deep neural network*

ABSTRACT

Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL) is a type of blood cancer that commonly affects children. Early diagnosis of ALL is crucial for effective treatment. In this study, we propose a deep learning approach using convolutional neural network (CNN) with ResNet18 architecture for classifying ALL cell images. The objective of this research is to evaluate the performance of the proposed model and compare it with the results obtained from the main reference paper. ResNet18 model was chosen due to its excellent precision and utilization of fewer parameters. The dataset used in this study is "Acute lymphoblastic leukemia-Image DataBase (IDB) 2" obtained from the ALL - IDB website. The model was trained using transfer learning technique, where the last layer of the ResNet18 model was replaced with a new fully connected layer, followed by ReLU activation function, and adjusted the final output layer. The experimental results show that the proposed ResNet18 model performs exceptionally well for binary classification, achieving 100% accuracy, precision, sensitivity, and specificity. For multiclass classification, the ResNet18 model achieved an accuracy score of 88%, precision of 81.25%, sensitivity of 81.75%, and specificity of 93.5%.


Keywords: *acute lymphoblastic leukemia, image classification, machine learning, deep neural network*

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT, karena atas izin dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua Orang Tua penulis, serta abang dan adik, yang senantiasa memberikan do'a dan dukungan kepada penulis.
3. Dosen pembimbing penulis, Bapak Ir. Yufis Azhar, S.Kom., M.Kom, selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Didih Rizki Chandranegara, S.Kom., M.Kom, selaku dosen pembimbing 2, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam memberikan arahan kepada penulis selama pengerjaan tugas akhir ini.
4. Bapak/Ibu Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
5. Bapak/Ibu Ketua Jurusan Universitas Muhammadiyah Malang.
6. Teman – teman penulis yang telah membantu penulis selama pengerjaan tugas akhir hingga selesai.
7. Semua pihak yang telah memberikan dukungan yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Malang, 3 Oktober 2023


Nizar Baihaqi

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT. Atas limpahan rahmat dan hidayah-NYA sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

"Klasifikasi Citra Sel Acute Lymphoblastic Leukemia menggunakan Jaringan Konvolusi dengan Transfer Learning Arsitektur ResNet 18"

Dalam laporan ini, diuraikan dengan rinci tentang penelitian sebelumnya yang relevan, metodologi yang digunakan dalam eksperimen, serta hasil analisis kinerja algoritma machine learning dalam konteks klasifikasi citra.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan tertentu. Oleh karena itu, penulis dengan tulus menerima segala saran dan kritik yang membangun guna perbaikan dan pengembangan lebih lanjut pada bidang penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pemahaman dan pengembangan ilmu pengetahuan. Terima kasih atas perhatian dan dukungan yang telah diberikan.

Malang, 3 Oktober 2023


Nizar Baihaqi

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR BAGAN	x
DAFTAR TABEL	x
BAB I	2
PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Konsep Dasar Klasifikasi Citra	6
2.2.1 Binary Classification.....	6
2.2.2 Multiclass Classification.....	6
2.3 Machine Learning	7
2.4 Transfer Learning.....	7
2.5 Convolutional Neural Network	8
2.6 Arsitektur resnet	8
2.6.1 ResNet 18.....	9
2.6.2 Convolutional Layer	9
2.7 PyTorch	10
2.8 Tensorflow	10
2.9 Numpy.....	11
2.10 Matplotlib.....	11

2.11	Evaluasi Klasifikasi.....	11
BAB III	.....	13
METODOLOGI PENELITIAN	.....	13
3.1	Pengumpulan Dataset.....	14
3.1.1	Dataset Binary Classification.....	14
3.1.2	Dataset Multi-class Classification.....	14
3.2	Splitting Data.....	15
3.3	Augmentasi.....	15
3.4	Import Model ResNet 18.....	15
3.5	Evaluation Result	17
BAB IV	.....	18
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	18
4.1	Implementasi Skenario Model	18
4.1.1	Ekstraksi dan Load Dataset.....	18
4.1.2	Splitting Dataset.....	18
4.1.3	Augmentasi Data.....	18
4.1.4	Implementasi Model ResNet 18.....	19
4.1.5	Training Model ResNet 18.....	20
4.1.6	Pengujian Model ResNet 18	21
4.2	Hasil Skenario Model Binary dan Multiclass Classification	21
4.3	Perbandingan Model	24
BAB V	.....	27
KESIMPULAN	.....	27
5.1	Kesimpulan.....	27
5.2	Saran.....	27
DAFTAR PUSTAKA	.....	28

DAFTAR GAMBAR

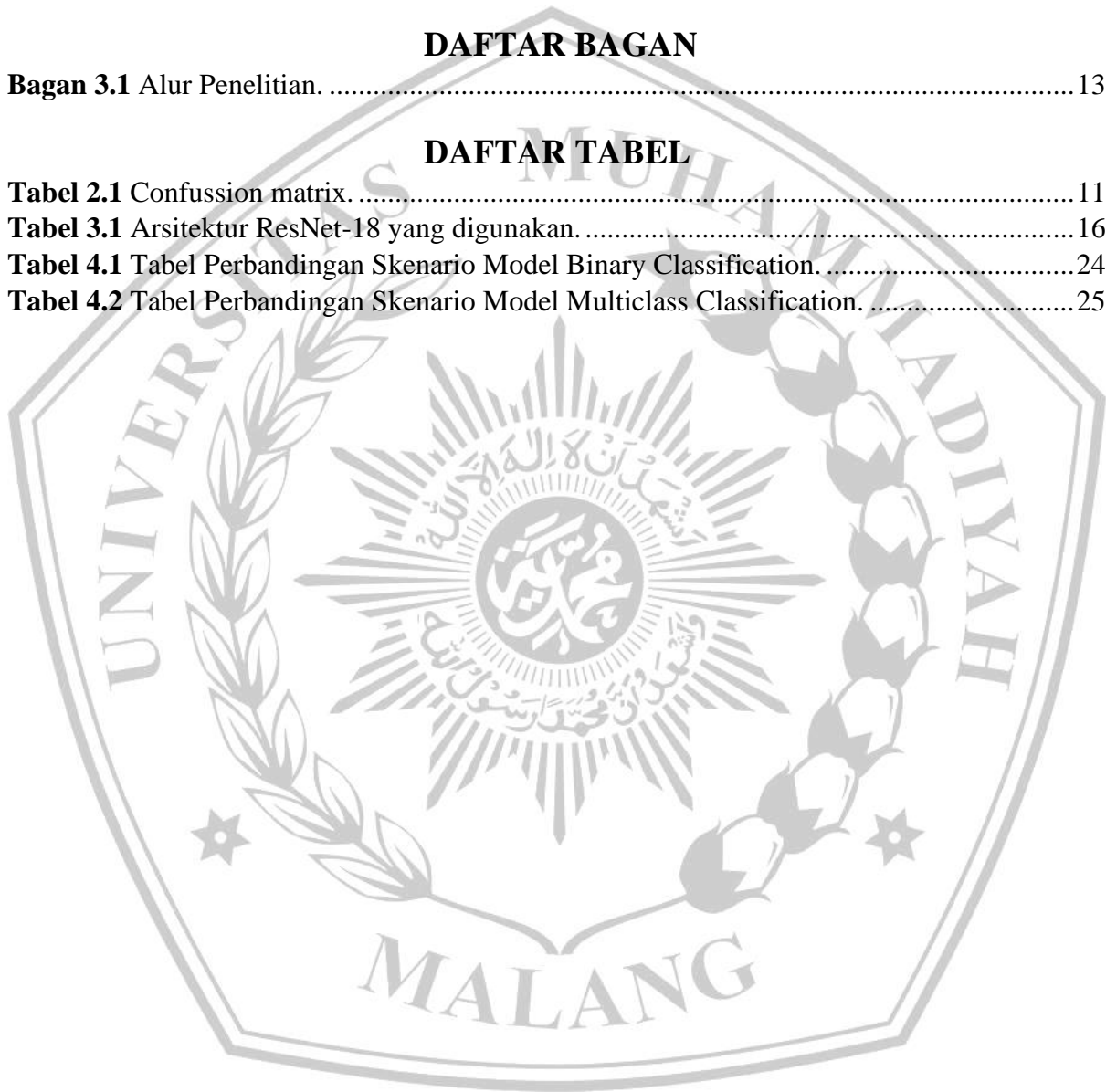
Gambar 2.1 Convolutional layer	9
Gambar 3.1 Sampel Dataset Citra Leukemia.....	14
Gambar 3.2 Sampel Dataset Citra Leukemia	13
Gambar 4.1 Implementasi ResNet 18.....	19
Gambar 4.2 Grafik Akurasi Pelatihan	22
Gambar 4.3 Classification Report	23
Gambar 4.4 Confussion Matrix	24

DAFTAR BAGAN

Bagan 3.1 Alur Penelitian.	13
--	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Confusion matrix.	11
Tabel 3.1 Arsitektur ResNet-18 yang digunakan.	16
Tabel 4.1 Tabel Perbandingan Skenario Model Binary Classification.	24
Tabel 4.2 Tabel Perbandingan Skenario Model Multiclass Classification.	25



DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Nabilah Mohd Safuan, M. Razali Md Tomari, W. Nurshazwani Wan Zakaria, M. Norzali Hj Mohd, N. Surayahani Suriani, and U. Tun Hussein Onn Malaysia, "Investigation of white blood cell biomaker model for acute lymphoblastic leukemia detection based on convolutional neural network," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 9, no. 2, pp. 611–618, Apr. 2020, doi: 10.11591/eei.v9i2.1857.
- [2] C. Zhang *et al.*, "White blood cell segmentation by color-space-based k-means clustering," *Sensors (Basel)*, vol. 14, no. 9, pp. 16128–16147, Sep. 2014, doi: 10.3390/S140916128.
- [3] C. G. Mullighan, "Genomic analysis of acute leukemia," *Int J Lab Hematol*, vol. 31, no. 4, pp. 384–397, Aug. 2009, doi: 10.1111/J.1751-553X.2009.01167.X.
- [4] Z. Jiang, Z. Dong, L. Wang, and W. Jiang, "Method for Diagnosis of Acute Lymphoblastic Leukemia Based on ViT-CNN Ensemble Model," 2021, doi: 10.1155/2021/7529893.
- [5] S. Tulasi Krishna, "Deep Learning and Transfer Learning Approaches for Image Classification," 2019, Accessed: Nov. 01, 2022. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/333666150>
- [6] D. Sarwinda, R. H. Paradisa, A. Bustamam, and P. Anggia, "Deep Learning in Image Classification using Residual Network (ResNet) Variants for Detection of Colorectal Cancer," *Procedia Comput Sci*, vol. 179, pp. 423–431, 2021, doi: 10.1016/J.PROCS.2021.01.025.
- [7] A. Victor Ikechukwu, S. Murali, R. Deepu, and R. C. Shivamurthy, "ResNet-50 vs VGG-19 vs training from scratch: A comparative analysis of the segmentation and classification of Pneumonia from chest X-ray images," *Global Transitions Proceedings*, vol. 2, no. 2, pp. 375–381, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.GLTP.2021.08.027.
- [8] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition." pp. 770–778, 2016. Accessed: Mar. 20, 2023. [Online]. Available: <http://image-net.org/challenges/LSVRC/2015/>
- [9] S. Shafique and S. Tehsin, "Acute Lymphoblastic Leukemia Detection and Classification of Its Subtypes Using Pretrained Deep Convolutional Neural Networks", doi: 10.1177/1533033818802789.
- [10] H. Aljuaid, N. Alturki, N. Alsubaie, L. Cavallaro, and A. Liotta, "Computer-aided diagnosis for breast cancer classification using deep neural networks and transfer learning," *Comput Methods Programs Biomed*, vol. 223, Aug. 2022, doi: 10.1016/J.CMPB.2022.106951.
- [11] J. Kim, B.-S. Kim, and S. Savarese, "Comparing Image Classification Methods: K-Nearest-Neighbor and Support-Vector-Machines," *Applied Mathematics in Electrical and Computer Engineering*, pp. 133–138, 2012.

- [12] L. Chen, S. Li, Q. Bai, J. Yang, S. Jiang, and Y. Miao, "Review of Image Classification Algorithms Based on Convolutional Neural Networks," *Remote Sensing* 2021, Vol. 13, Page 4712, vol. 13, no. 22, p. 4712, Nov. 2021, doi: 10.3390/RS13224712.
- [13] K. G. Roberts and C. G. Mullighan, "Genomics in acute lymphoblastic leukaemia: insights and treatment implications," *Nature Reviews Clinical Oncology* 2015 12:6, vol. 12, no. 6, pp. 344–357, Mar. 2015, doi: 10.1038/nrclinonc.2015.38.
- [14] J. Wiens and E. S. Shenoy, "Machine Learning for Healthcare: On the Verge of a Major Shift in Healthcare Epidemiology," *Clinical Infectious Diseases*, vol. 66, no. 1, pp. 149–153, Jan. 2018, doi: 10.1093/CID/CIX731.
- [15] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "ImageNet classification with deep convolutional neural networks," *Commun ACM*, vol. 60, no. 6, pp. 84–90, Jun. 2017, doi: 10.1145/3065386.
- [16] I. M. Baltruschat, H. Nickisch, M. Grass, T. Knopp, and A. Saalbach, "Comparison of Deep Learning Approaches for Multi-Label Chest X-Ray Classification," *Scientific Reports* 2019 9:1, vol. 9, no. 1, pp. 1–10, Apr. 2019, doi: 10.1038/s41598-019-42294-8.
- [17] F. Zhuang *et al.*, "A Comprehensive Survey on Transfer Learning," *Proceedings of the IEEE*, vol. 109, no. 1, pp. 43–76, Jan. 2021, doi: 10.1109/JPROC.2020.3004555.
- [18] S. Albawi, T. A. Mohammed, and S. Al-Zawi, "Understanding of a convolutional neural network," *Proceedings of 2017 International Conference on Engineering and Technology, ICET 2017*, vol. 2018-January, pp. 1–6, Mar. 2018, doi: 10.1109/ICENGTECHNOL.2017.8308186.
- [19] S. Albawi, T. A. Mohammed, and S. Al-Zawi, "Understanding of a convolutional neural network," *Proceedings of 2017 International Conference on Engineering and Technology, ICET 2017*, vol. 2018-January, pp. 1–6, Mar. 2018, doi: 10.1109/ICENGTECHNOL.2017.8308186.
- [20] "Beginners Guide to Convolutional Neural Networks | by Sabina Pokhrel | Towards Data Science." Accessed: Jul. 12, 2023. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/beginners-guide-to-understanding-convolutional-neural-networks-ae9ed58bb17d>
- [21] "PyTorch documentation — PyTorch 2.0 documentation." Accessed: Jun. 26, 2023. [Online]. Available: <https://pytorch.org/docs/stable/>
- [22] "NumPy documentation — NumPy v1.25 Manual." Accessed: Jun. 27, 2023. [Online]. Available: <https://numpy.org/doc/stable/>
- [23] "Matplotlib documentation — Matplotlib 3.7.1 documentation." Accessed: Jun. 27, 2023. [Online]. Available: <https://matplotlib.org/stable/index.html>
- [24] M. Sokolova and G. Lapalme, "A systematic analysis of performance measures for classification tasks," *Inf Process Manag*, vol. 45, no. 4, pp. 427–437, Jul. 2009, doi: 10.1016/J.IPM.2009.03.002.

- [25] R. D. Labati, V. Piuri, and F. Scotti, “All-IDB: The acute lymphoblastic leukemia image database for image processing,” *Proceedings - International Conference on Image Processing, ICIP*, pp. 2045–2048, 2011, doi: 10.1109/ICIP.2011.6115881.
- [26] J. M. Bennett *et al.*, “Proposals for the classification of the acute leukaemias. French-American-British (FAB) co-operative group,” *Br J Haematol*, vol. 33, no. 4, pp. 451–458, 1976, doi: 10.1111/J.1365-2141.1976.TB03563.X.
- [27] “ResNet | PyTorch.” Accessed: Mar. 20, 2023. [Online]. Available: https://pytorch.org/hub/pytorch_vision_resnet/



FORM CEK PLAGIARISME LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Nizar Baihaqi

NIM : 201910370311308

Judul TA : Klasifikasi Citra Sel Acute Lymphoblastic Leukemia
menggunakan Jaringan Konvolusi dengan Transfer Learning Arsitektur ResNet 18

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiarisme (%)	Hasil Cek Plagiarisme (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	10%
2.	Bab 2 – Daftar Pustaka	25 %	7%
3.	Bab 3 – Analisis dan Perancangan	25 %	14%
4.	Bab 4 – Implementasi dan Pengujian	15 %	4%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	3%
6.	Makalah Tugas Akhir	20%	19%

*) Hasil cek plagiarism diisi oleh pemeriksa (staf TU)

*) Maksimal 5 kali (4 Kali sebelum ujian, 1 kali sesudah ujian)

Mengetahui,

Pemeriksa (Staff TU)


(.....)