

**Pengenalan Tulisan Tangan pada Lembar Ujian Pilihan
Ganda Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Bagian dari
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada Departemen Pendidikan Ilmu Komputer
Program Studi Ilmu Komputer



oleh

Herlina Andriani
NIM 1500531

PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
DEPARTEMEN PENDIDIKAN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2019

**PENGENALAN TULISAN TANGAN PADA LEMBAR UJIAN PILIHAN
GANDA MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK***

Oleh

Herlina Andriani

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Herlina Andriani

Universitas Pendidikan Indonesia

Maret 2019

Hak cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,

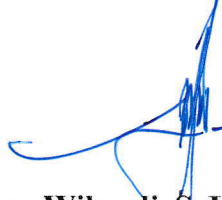
Dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

HERLINA ANDRIANI

Pengenalan Tulisan Tangan pada Lembar Ujian Pilihan
Ganda Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Yaya Wihardi, S. Kom., M. Kom.

NIP. 198903252015041001

Pembimbing II



Eki Nugraha, S. Pd., M. Kom.

NIP. 920171219850822101

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Ilmu Komputer



Prof. Dr. H. Munir, M.IT.

NIP. 196603252001121001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**Pengenalan Tulisan Tangan Pada Lembar Ujian Pilihan Ganda Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network***." ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Maret 2019

Yang membuat pernyataan,

Herlina Andriani

NIM 1500531

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, tab'in dan seluruh umatnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini berjudul “Pengenalan Tulisan Tangan pada Lembar Ujian Pilihan Ganda Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*”. Penelitian ini bertujuan untuk memenuhi dan melengkapi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana komputer atas jenjang studi S1 pada Program Studi Ilmu Komputer Universitas Pendidikan Indonesia.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih banyaknya kekurangan dan kesalahan, baik yang disengaja maupun yang tidak disengaja. Oleh karena itu, penulis menyampaikan permohonan maaf yang sebesar-besarnya dan mengharapkan kritik dan saran membangun bagi skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti dan bagi pembaca.

Bandung, Oktober 2018

Herlina Andriani

NIM 1500531

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis tentunya tidak dapat menyelesaikan penelitian ini tanpa bantuan dan dukungan dari pihak-pihak yang telah membantu baik langsung ataupun tidak. Maka dari itu pada kesempatan ini, penulis dengan senang hati mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Drs. Syafrudi Saud dan Ibu Pipih Amiyati yang senantiasa memberikan dukungan baik doa, semangat, dan materi demi kelancaran penyusunan skripsi ini.
2. Saudara kandung penulis yaitu Johar W. Putra, Ratih Karnelia K., dan M. Ikhsan Amiarsa yang selalu memberikan dukungan semangat, doa, dan materi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Dosen Pembimbing penulis yaitu Bapak Yaya Wihardi, M.Kom. dan Bapak Eki Nugraha, M.Kom. yang telah memberikan bimbingan, pengarahan serta pengetahuan yang berharga dalam penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang bermanfaat pada penulis semasa kuliah dan staf administrasi Departemen Pendidikan Ilmu Komputer yang telah memberikan informasi akademik selama masa perkuliahan.
5. Sahabat seperjuangan, Arin Fitrianda, Ragil Nurhawanti, dan Sifa M. F. yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penelitian ini.
6. Rekan seperjuangan Burhanudin yang telah senantiasa membantu dan memberikan dukungan dalam proses penelitian ini.
7. Semua rekan-rekan ilmu komputer angkatan 2015 yang telah bersama-sama melewati perjalanan yang dilalui selama perkuliahan.
8. Adik tingkat ilmu komputer angkatan 2016 dan 2017 yang telah memberi dukungan dan bantuan dalam mengumpulkan data dalam penelitian ini.
9. Kakak tingkat, Farah Shahnaz I., Jordhi P., Yadhika R., dan Velina R. yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama perkuliahan.
10. Departemen Penyaluran Minat dan Bakat dan Badan Eksekutif Mahasiswa Keluarga Mahasiswa Komputer yang telah memberikan banyak pengalaman selama perkuliahan.

11. Asisten Pemrograman angkaan 7 Achmad A. R., M Ammar F., M. Naufal F., dan Yuniarti M. yang telah membantu penulis untuk lebih memahami pemrograman.
12. Anggota Laboratorium Kecerdasan Buatan Eksa S., Fadhil F. H. N., Lia A., dan Sifa M. yang telah sama-sama berjuang dan saling membantu di Lab. Kecerdasan Buatan.

Tidak ada kata yang dapat menggambarkan rasa terima kasih penulis atas semua dukungan yang telah diberikan, semoga senantiasa diberikan kebaikan, kebahagiaan, dan kesehatan oleh Allah SWT.

**Pengenalan Tulisan Tangan pada Lembar Ujian Pilihan
Ganda Menggunakan Metode *Convolutional Neural
Network***

Herlina Andriani

Departemen Pendidikan Ilmu Komputer

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Pendidikan Indonesia

herlinaandriani@gmail.com

ABSTRAK

Pengisian lembar jawaban masih sering terjadi, hal ini terbukti terjadi pada Universitas Terbuka menurut Aprijani (2011) berdasarkan data yang diperoleh dari Pusat Pengujian UT, pada masa registrasi 2010, terdapat 34.326 kasus (2,91%) kesalahan menghitamkan bulatan pada lembar jawaban. Oleh karena itu penelitian ini diharapkan menjadi alternatif untuk meminimalisir kesalahan pengisian pada lembar ujian yaitu dengan membuat pengenalan tulisan tangan pada lembar ujian pilihan ganda. Jaringan Syaraf Tiruan (JST) dapat diterapkan untuk mengenali pola, terutama pada tahap pengklasifikasian data. Pada penelitian ini menggunakan salah satu jenis JST yaitu *convolutional neural network* (CNN), untuk mengenali tulisan tangan pada lembar ujian. Dalam hal arsitekturnya, CNN terdiri dari satu atau lebih *convolutional layer* dengan *subsampling stage* dan satu atau lebih *fully connected layer* seperti pada jaringan syaraf tiruan pada umumnya (Syulistyo, Purnomo, Rachmadi, & Wibowo, 2016). Dalam penelitian ini, CNN dilatih menggunakan 27000 karakter huruf besar tulisan tangan (A sampai dengan Z) dan angka (0 sampai dengan 9) yang pada tiap kelasnya berjumlah 750 karakter. Penelitian inipun bertujuan untuk mengetahui cara mengimplementasikan metode *Convolutional Neural Network* untuk mengenali tulisan tangan pada lembar ujian dan mengetahui hasil akurasi dari sistem yang dibangun. Dari hasil pengujian dengan menggunakan dua arsitektur berbeda menunjukkan hasil akurasi tertinggi 0.943, presisi sebesar 0.944, *recall* sebesar 0.943, dan *f-measure* sebesar 0.943.

Kata Kunci: Tulisan Tangan, Lembar Ujian, *Convolutional Neural Network*.

**RECOGNITION OF HANDWRITTEN CHARACTER ON MULTIPLE
CHOICES EXAMINATION SHEET USING CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK METHODS**

Herlina Andriani

Computer Science Education Department

Faculty of Mathematics and Science Education

Indonesia University of Education

herlinaandriani@gmail.com

ABSTRACT

Mistakes on filling out the answer sheet is still common, this is evident in the Universitas Terbuka(UT) according to Aprijani (2011) based on data obtained from the UT Testing Center, during registration 2010, there were 34,326 cases (2.91%) errors blackening the circle on the answer sheet . Therefore this research is expected to be an alternative to minimize the error of filling on the exam sheet by making handwriting recognition on the exam sheet. Artificial Neural Networks (ANN) can be applied to recognize patterns, especially at the stage of data classification. In this study using one type of ANN, namely convolutional neural network (CNN), to recognize handwriting on the multiple choice exam sheet. In terms of its architecture, CNN consists of one or more convolutional layers with a subsampling stage and one or more fully connected layers such as in artificial neural networks in general (Syulistyo et al., 2016). In this study, CNN were trained to use 27000 uppercase handwriting characters (A to Z) and numbers (0 to 9) which in each class amounted to 750 characters. This study aims to find out how to implement the Convolutional Neural Network method to recognize handwriting on the exam sheet and find out the results of the accuracy of the system being built. From the test results using two different architectures showed the highest accuracy of 0.943, precision of 0.944, recall of 0.943, and f-measure of 0.943.

Keywords: *Handwriting, Exam Sheets, Convolutional Neural Network.*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Struktur Penulisan	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terkait.....	8
2.2 Tulisan Tangan	9
2.3 Evaluasi	10
2.4 Lembar Jawaban Ujian	11
2.5 Kecerdasan Buatan	12
2.6 Pengenalan Pola.....	13
2.7 Citra Digital	14
2.8 Jenis Citra Digital	15
2.9 Pengolahan Citra Digital	16
2.10 Jaringan Syaraf Tiruan.....	18
2.11 <i>Deep Learning</i>	20
2.12 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	22
2.12.1 Konsep <i>Convolutional Neural Network</i>	22
2.12.2 Arsitektur Jaringan <i>Convolutional Neural Network</i>	23
2.12.3 Fungsi Aktivasi	30

2.12.4	<i>Dropout</i>	30
2.13	<i>Projection Profile-Based Histogram</i>	31
2.14	Matematika Morfologi	32
2.15	Presisi, <i>Recall</i> , dan <i>F-measure</i>	33
2.16	Bahasa Pemrograman <i>Python</i>	34
BAB III METODE PENELITIAN		36
3.1	Tahapan Penelitian	36
3.1.1	Studi Literatur	36
3.1.2	Pengumpulan Data	36
3.1.3	Rancangan Metode	37
3.1.4	Pengujian	37
3.1.5	Pengembangan Perangkat Lunak	38
3.1.6	Analisis dan Pembahasan	39
3.1.7	Penarikan Kesimpulan	39
3.2	Alat Penelitian	40
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN		41
4.1	Pengumpulan Data	41
4.2	Metode	43
4.3	Pengujian	48
4.3.1	Skenario Pengujian	48
4.3.2	Hasil Pengujian	48
4.4	Hasil Perangkat Lunak	67
4.4.1	Deskripsi Sistem	67
4.4.2	Batasan Perangkat Lunak	67
4.4.3	Perancangan Arsitektur Sistem	68
4.4.4	Implementasi <i>Coding</i>	70
4.5	Analisis dan Pembahasan	75
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI		80
5.1	Simpulan	80
5.2	Implikasi dan Rekomendasi	80
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN		87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Matriks Citra (Kusumanto & Tompunu,2011).....	14
Gambar 2.2 Citra Berwarna (McAndrew pada Kusumanto & Tompunu, 2011)..	15
Gambar 2.3 Citra Grayscale (McAndrew pada Kusumanto & Tompunu, 2011).	16
Gambar 2.4 Citra Binary (McAndrew ,pada Kusumanto & Tompunu,2011).	16
Gambar 2.5 Proses Segmentasi (Rohwana & Irawan, 2013)	18
Gambar 2.6 Syaraf Biologis	18
Gambar 2.7 Struktur Neuron JST (Sudarsono, 2016)	19
Gambar 2.8 Arsitektur CNN (Lecun dkk. Dalam Syulistyo dkk., 2016).....	22
Gambar 2.9 Arsitektur Multi Layer Perceptron Sederhana (Putra, dkk., 2016) ...	23
Gambar 2.10 Proses Konvolusi pada CNN (Putra, dkk., 2016).....	23
Gambar 2.11 Operasi Konvolusi	25
Gambar 2.12 Filter Berada di Tengah Atas	25
Gambar 2.13 Filter Berada di Ujung Kanan Atas	26
Gambar 2.14 Filter Berada di Ujung Kiri Tengah	26
Gambar 2.15 Filter Berada di Tengah.....	27
Gambar 2.16 Filter Berada di Ujung Kanan Tengah	27
Gambar 2.17 Filter Berada di Ujung Kiri Bawah	28
Gambar 2.18 Filter Berada di Tengah Bawah.....	28
Gambar 2.19 Filter Berada di Ujung Kanan Bawah	28
Gambar 2.20 Proses Max Pooling (Putra, dkk., 2016).....	29
Gambar 2.21 (a) Sebelum Dropout (Santoso dan Ariyanto, 2018)	31
Gambar 2.21 (b) Sesudah Dropout (Santoso dan Ariyanto, 2018)	31
Gambar 2.22 (a) After Opening Process (Jamil, dkk, 2008)	33
Gambar 2.22 (b) After Closing Process (Jamil, dkk, 2008).....	33
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian	36
Gambar 3.2 Alur Pengujian.....	37
Gambar 3.3 Alur Model Waterfall (Sommerville, 2011).....	38
Gambar 4.1 (a) Form Pengambilan Data Halaman 1 & 2.....	42
Gambar 4.1 (b) Form Pengambilan Data Halaman 3.....	42
Gambar 4.2 Hasil Citra Segmentasi	43
Gambar 4.3 (a) Form Halaman Satu yang Telah di Isi	43

Gambar 4.3 (b) Form Halaman Dua yang Telah di Isi	43
Gambar 4.3 (c) Form Halaman Tiga yang Telah di Isi	43
Gambar 4.4 Matriks Citra Awal.....	44
Gambar 4.5 Matriks Citra Setelah Proses Konvolusi.....	44
Gambar 4.6 Matriks Citra Setelah Proses Max Pooling	45
Gambar 4.7 Alur Arsitektur CNN A	46
Gambar 4.8 Alur Arsitektur CNN B	47
Gambar 4.9 Format Lembar Ujian	67
Gambar 4.10 Alur Sistem Pengenalan Tulisan Tangan Pada Lembar Ujian	68
Gambar 4.11 (a) Citra Gambar Sebelum di Segmentasi	69
Gambar 4.11 (b) Salah Satu Citra Hasil Segmentasi	69
Gambar 4.12 Perubahan Citra Menjadi Grayscale.....	69
Gambar 4.13 Citra Setelah Memalui Proses Noise Reduction	70
Gambar 4.14 Hasil Proses Scalling Citra.....	70
Gambar 4.15 Implementasi Antarmuka Bagian Utama	72
Gambar 4.16 Implementasi Antarmuka Bagian Kunci Jawaban	73
Gambar 4.17 Implementasi Antarmuka Bagian Pemindaian.....	74
Gambar 4.18 Antarmuka Hasil Pengenalan Data	75
Gambar 4.19 (a) Citra Dataset Kelas ‘6’	76
Gambar 4.19 (b) Citra Dataset Kelas ‘G’	76
Gambar 4.20 Hasil Citra Segmentasi yang Kurang Tepat	769

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 CNN Arsitektur A	46
Tabel 4.2 CNN Arsitektur B	47
Tabel 4.3 Skenario Pengujian yang Akan dilakukan	48
Tabel 4.4 Hasil Semua Skenario Pengujian	48
Tabel 4.5 Rerata Akurasi, Presisi, <i>Recall</i> , dan <i>F-measure</i> CNN Arsitektur A	52
Tabel 4.6 Rerata Akurasi, Presisi, <i>Recall</i> , dan <i>F-measure</i> CNN Arsitektur B	52
Tabel 4.7 Rerata Akurasi Tiap Kelas pada CNN Arsitektur A	53
Tabel 4.8 Rerata Akurasi Tiap Kelas pada CNN Arsitektur B	54
Tabel 4.9 Rerata Presisi Tiap Kelas pada CNN Arsitektur A	56
Tabel 4.10 Rerata Presisi Tiap Kelas pada CNN Arsitektur B	57
Tabel 4.11 Rerata <i>Recall</i> Tiap Kelas pada CNN Arsitektur A	59
Tabel 4.12 Rerata <i>Recall</i> Tiap Kelas pada CNN Arsitektur B.....	60
Tabel 4.13 Rerata <i>F-Measure</i> Tiap Kelas pada CNN Arsitektur A.....	62
Tabel 4.14 Rerata F-Measure Tiap Kelas pada CNN Arsitektur B.....	63
Tabel 4.15 Confusion Matrix Pengujian Pertama	66
Tabel 4.16 Modul Program Pengenalan Tulisan Tangan pada Lembar Ujian	71
Tabel 4.17 Implementasi Antarmuka Bagian Utama	72
Tabel 4.18 Implementasi Antarmuka Bagian Kunci Jawaban	73
Tabel 4.19 Implementasi Antarmuka Bagian Pemindaian.....	74
Tabel 4.20 Hasil Pengujian Aplikasi.....	78

DAFTAR PUSTAKA

- Aprijani, D. A. (2011). Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan untuk Mengenal Tulisan Tangan Huruf A, B, C, dan D pada Jawaban Soal Pilihan Ganda. *Jurnal Matematika, Saint Dan Teknologi*, 12(1), 11–17.
- Bengio, Y., Goodfellow, I., & Courville, A. (2016). *Deep Learning (Vol 1)*.
- Bui, V., & Chang, L.-C. (2016). Deep Learning Architectures for Hard Character Classification. *Proceedings on the International Conference on Artificial Intelligence (ICAI)*, (February), 108–114.
- Cireşan, D. C., Meier, U., Gambardella, L. M., & Schmidhuber, J. (2011). Convolutional neural network committees for handwritten character classification. *Proceedings of the International Conference on Document Analysis and Recognition, ICDAR*, 10, 1135–1139.
- Dewa, C. K., Fadhilah, A. L., & Afiahayati, A. (2018). Convolutional Neural Networks for Handwritten Javanese Character Recognition. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 12(1), 83–94.
- Dewi, A. M., Rusdinar, A., Pangaribuan, P., & Tiruan, J. S. (2018). Perancangan Sistem Penerjemah Bahasa Isyarat. *E-Proceeding of Engineering*, 5(3), 4195–4202.
- Firmasnsyah, M. A., Ramadhani, K. N., & Arifianto, A. (2018). Pengenalan Angka Tulisan Tangan Menggunakan Diagonal Feature Extraction dan Klasifikasi Artificial Neural Network Multilayer Perceptron. *Indonesian Journal of Computing*, 3(1), 65–74.
- Hamzah, A. (2017). Temu Kembali Informasi Berbasis Kluster untuk Sistem Temu Kembali Informasi Teks Bahasa Indonesia. *Jurnal Teknologi*, 2(February), 1–7.
- Hara, E., Fitriawan, H., & Mulyani, Y. (2016). Penggunaan Deteksi Tepi (Canny) pada Sistem Pengenalan Tulisan Tangan Aksara Lampung Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan. *Electrician– Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Elektro*, 10(3), 156–163.
- Jamil, N., Sembok, T. M. T., & Bakar, Z. A. (2008). Noise removal and enhancement of binary images using morphological operations. *Proceedings - International Symposium on Information Technology 2008, ITSIm*, 1–7.

- Johar, A., Andreswari, D., & Triyana, G. (2014). Aplikasi pengolahan citra digital untuk pendeteksi jawaban pada lembar jawaban komputer menggunakan algoritma sobel (studi kasus smp negeri 2 kota bengkulu). *Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu*, 7(2), 60–67.
- Karunanayake, N. (2015). OMR Sheet Evaluation by Web Camera Using Template Matching Approach. *International Journal for Research in Emerging Science and Technology, Volume-2, Issue-8, Aug-2015*, 2(8), 40–44.
- Krisnadi, D., Mitra, A. R., Desanti, R. I., Ciputra, W. D., & Hery, H. (2017). A Multiple-Choice Test Recognition System Based on Android and RBFNN. *DEStech Transactions on Computer Science and Engineering*, (cmsam), 501–505.
- Kusumanto, R., & Tompunu, A. N. (2011). Pengolahan Citra Digital untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011*, 1(1), 1–6.
- Lecun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 437–444.
- Mardapi, D. (2013). Evaluasi Penerapan Ujian Akhir Sekolah Dasar Berbasis Standar Nasional. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, 13(2), 227–245.
- Masfran, A., & Nugroho, E. S. (2012). Segmentasi Tepi Citra CT Scan Paru-paru Menggunakan Metode Chain Code dan Operasi Morfologi. *Teknologi Informasi*, 1(September), 1–7.
- P. R., I. *Undang-undang Republik Indonesia nomor 20 tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional.*, (2003).
- Patel, D., Zaid, S., & Students, M. E. (2017). Efficient System for Evaluation of OMR Sheet-a Survey. *International Journal of Advanced Research in Engineering, Science & Management*, 1–8.
- Paulus, E., Suryani, M., Hadi, S., & Hidayat, A. (2017). Investigasi Segmentasi Baris Untuk Citra Dokumen Sunda Lampau. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 2(2), 60.

- Plamondon, R., & Srihari, S. N. (2004). Online and Off-line Handwriting Recognition: a Comprehensive Survey. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 22(1), 63–84.
- Powers, & W., D. M. (2011). Evaluation: From Precision, Recall and F-Measure to ROC, Informedness, Markedness & Correlation. *Journal of Machine Learning Technologies*, 2(1), 37–63.
- Prabowo, A. H., & Johar, A. (2014). Jawaban Komputer Hasil Ujian Akhir Semester Kelas X Di Sman 7 Plus Kota Bengkulu Menggunakan Digital Mark. *Rekursif: Jurnal Informatika*, 2(1), 19–27.
- Putra, I. W. S. E. (2016). Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Caltech 101. *Jurnal Teknik ITS*, 5(1), 76. Retrieved from <http://repository.its.ac.id/48842/>
- Rohwana, U., & Irawan, M. isa. (2013). Pengenalan Tulisan Tangan Huruf Latin Bersambung Secara Real Time Menggunakan Algoritma Learning Vector Quantization. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 2(1), 1–6.
- Salim, R. R. M., & Jauhari, A. S. (2016). Perancangan Pengenalan Karakter Alfabet menggunakan Metode Hybrid Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal SIFO Mikroskil*, 17(01), 109–118.
- Sam'ani, & Qamaruzzaman, M. H. (2017). Pengenalan Huruf Dan Angka Tulisan Tangan Menggunakan Metode Convolution Neural Network (CNN). *Journal Speed – Sentra Penelitian Engineering Dan Edukasi*, 9(2), 55–64.
- Santoso, A., & Ariyanto, G. (2018). Implementasi Deep Learning Berbasis Keras Untuk Pengenalan Wajah. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 18(01), 15–21.
- Santoso, J., Soetiono, A. D. B., Gunawan, G., Setyati, E., Yuniarno, E. M., Hariadi, M., & Purnomo, M. H. (2018). Self-Training Naive Bayes Berbasis Word2Vec untuk Kategorisasi Berita Bahasa Indonesia. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 7(2), 158–166.
- Simon, H. A. (1995). Artificial intelligence: an empirical science. *Artificial Intelligence*, 77(1), 95–127.
- Sommerville, I. (2010). Software Engineering, Ninth Edition. In *Software Engineering*.

- Srivastava, N., Hinton, G., Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Salakhutdinov, R. (2014). Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting. *Journal of Machine Learning Research*, 15(1), 1929–1958.
- Sudarsono, A. (2016). Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode Backpropagation (Studi Kasus di Kota Bengkulu). *Teknik Informatika*, 12(1), 61–69.
- Sunarya, I. M. G., Kesiman, M. W. A., & Purnami, I. A. P. (2017). Segmentasi Citra Tulisan Tangan Aksara Bali Berbasis Proyeksi Vertikal Dan Horisontal. *Jurnal Informatika*, 9(1), 982–992.
- Syulistyo, A. R., Purnomo, D. M. J., Rachmadi, M. F., & Wibowo, A. (2016). Convolutions Subsampling Convolutions Gaussian connection Full connection Full connection Subsampling. *JIKI (Jurnal Ilmu Komputer Dan Informasi) UI*, 9(1), 52–58.
- W., E. T., & Farqi, I. W. Al. (2015). *Aplikasi Pengenalan Aksara Carakan Madura dengan Menggunakan Metode Backpropagation*. 9(1), 18–34.
- Wibowo, J. S. (2013). Rancang Bangun Program Koreksi Lembar Jawab Komputer untuk Tryout Ujian Nasional Tingkat SMA. *Dinamik-Jurnal Teknologi Informasi*, 18(2), 142–152.
- Wijaya, I. G. P. S., & Kanata, B. (2004). Pengenalan Citra Sidik Jari Berbasis Transformasi Wavelet dan Jaringan Syaraf Tiruan. *Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 46–52.
- Winarno, W., Dirgantara, W., & Yulisusianto, G. (2017). Penentuan Koordinat Dan Jarak Dalam Operasi Tempur Guna membantu Strategi Penyerangan Menggunakan Regresi Linier. *Seminar Nasional Fortei Regional 7*, 1(2), 269–275.
- Yodha, J. W., & Kurniawan, A. W. (2014). Perbandingan Penggunaan Deteksi Tepi Dengan Metode Laplace , Sobel Dan Prewit Dan Canny Pada Pengenalan Pola. *Techno.COM*, 13(3), 189–197.

- Zufar, M. & B. S. (2016). Convolutional Neural Networks untuk Pengenalan Wajah Secara Real-Time. *Jurnal Sains Dan Seni*, 5(2), 72–77.
- Zulfa, I., & Winarko, E. (2017). Sentimen Analisis Tweet Berbahasa Indonesia Dengan Deep Belief Network. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 11(2), 187.