

Pemeriksa Jawaban Tulisan Tangan untuk Ujian Pilihan Ganda Menggunakan *Hybrid Extreme Learning Convolutional Neural Network Machine*

Desti Fitriati¹

¹Dosen Tetap, Prodi Teknik Informatika Universitas Pancasila

Jl. Srengseng Sawah, Jagakarsa, Jakarta Selatan (Telp. (021) 7864730 Ext.101; e-mail: desti.fitriati@univpancasila.ac.id)

Abstract—In Indonesia, the test can be done in various ways depending on the type of implementation, such as Paper Based Test (PBT), Oral Based Test (OBT), and Computer Based Test (CBT). The most type used in schools is PBT which is in the form of essay and multiple choice answers. But it is different from the type of multiple choice exam. This type of exam is usually used at the time of the student graduation exam, better known as the National Examination (UN). In its implementation, the UN applied PBT with the multiple choice concept. PBT applied to UN uses the Object Character Recognition (OCR) method. But over time there has been an evaluation of this method. At present the type of PBT exam is being abandoned and switching to the type of CBT exam. But these two types have their own advantages and disadvantages. Seeing these opportunities, this research proposes a new solution by combining the weaknesses and strengths of the two types. The solution provided is to utilize artificial intelligence as well as OCR by proposing a new method namely Hybrid Extreme Convolutional Neural Network Machine. Based on the results of the experiment, it was found that the accuracy produced from the proposed method was better than using ELM only, even though it only reached 47.73%. In addition, the proposed method also has better computation time than CNN.

Keyword: *Paper Based Test, Handwriting Recognition, Hybrid Extreme Convolutional Neural Network Machine, Extreme Learning Machine, Convolutional Neural Network Machine*

Intisari—Di Indonesia, ujian dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung dengan tipe pelaksanaannya yaitu berupa *Paper Based Test (PBT)*, *Oral Based Test (OBT)*, dan *Computer Based Test (CBT)*. Tipe yang paling sering digunakan di sekolah-sekolah adalah PBT yaitu berupa jawaban esay dan pilihan ganda. Namun beda halnya dengan tipe ujian pilihan ganda. Tipe ujian ini biasanya digunakan pada saat ujian kelulusan siswa atau yang lebih dikenal sebagai Ujian Nasional (UN). Dalam pelaksanaannya, UN menerapkan PBT dengan konsep soal pilihan ganda. PBT yang diterapkan pada UN menggunakan metode *Object Character Recognition (OCR)*. Namun seiring berjalannya waktu terjadi evaluasi dari metode ini. Saat ini tipe ujian PBT mulai ditinggalkan dan beralih ke tipe ujian CBT. Namun kedua tipe ini memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing. M elihat peluang tersebut, maka penelitian ini mengusulkan solusi baru dengan menggabungkan kelemahan dan kelebihan dari kedua tipe tersebut. Solusi yang diberikan adalah dengan memanfaatkan kecerdasan buatan seperti halnya OCR dengan mengusulkan metode baru yaitu *Hybrid Extreme Convolutional Neural Network Machine*.

Berdasarkan hasil percobaan, didapatkan bahwa akurasi yang dihasilkan dari metode yang diusulkan lebih baik dibandingkan dengan menggunakan ELM saja, meski hanya mencapai 47,73%. Selain itu metode usulan juga memiliki komputasi waktu yang lebih baik dibandingkan dengan CNN saja.

Kata Kunci: *Paper Based Test, pengenalan tulisan tangan, Hybrid Extreme Convolutional Neural Network Machine, Extreme Learning Machine, Convolutional Neural Network Machine*

I. PENDAHULUAN

Sistem ujian di Indonesia me miliki keraga man, dimana jawaban ujian bisa berbentuk essay ataupun pilihan ganda. Pemeriksaan jawaban ujian juga menjadi hal yang cukup menarik pada beberapa tahun ke belakang. Misalnya pada Ujian Akhir Nasional (UAN) dan *try out*, siswa-siswa dihadapkan oleh beberapa peraturan atau ketentuan dalam menjawab soal ujian pada Lembar Jawaban Komputer (LJK). Ketentuan-ketentuan tersebut me liputi : ke rtas tidak boleh sobek, kotor, jawaban t idak boleh melewati batas bundaran, harus menggunakan alat tulis khusus dan beberapa hal lainnya [1]. Disisi la in, diperlukannya *template* khusus dan berbeda-beda tergantung tipe ujian yang dilakukan. Selain itu terdapat kekurangan dari tipe ujian ini karena d iperlu kan biaya yang tidak sedikit untuk mencetak LJK, serta ketidake fisianan dari sisi wa ktu baik bagi peserta ujian maupun dari segi peme riksaan dan pengumuman hasil ujian yang memakan waktu cukup lama. Sistem pengecekan jawaban ujian ini menggunakan piranti khusus yang disebut dengan *Optical Mark Reader (OMR)*. OMR adalah sebuah alat pemindai khusus untuk mendeteksi tanda hitam pada LJK. Masalah yang dihadapi juga adalah biaya pengadaan OMR yang sangat mahal [2].

Tentunya ini akan memberatkan sekolah-sekolah jika ingin melakukan pengadaan tersebut.

Tipe ujian lain yang sedang naik daun sekarang adalah Sistem Ujian Online (SUO) atau ujian yang terkomputerisasi. Sistem ini sudah banyak diterapkan diberbagai sekolah, lembaga, maupun perguruan tinggi, bahkan sistem penerimaan pegawai negeri sipil pun sudah menggunakan cara ini. Cara ini dinilai cukup efektif untuk menutupi kekurangan dari ujian konvensional, dimana hal-hal yang ditawarkan adalah kecepatan dan kemudahan dalam pemberian skor [3]. Akan tetapi, untuk menerapkan metode ujian ini dibutuhkan biaya ekstra dimana tidak semua sekolah memiliki kemampuan untuk menyiapkan komputer dalam jumlah yang cukup banyak. Selain itu, diperlukan waktu dua kali lipat untuk memasukkan data soal ujian dan jawaban pilihan ganda ke dalam komputer.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh kedua cara ujian di atas, maka Peneliti mengusulkan sebuah teknik baru dimana teknik ini akan memangkas waktu, biaya pengadaan LJK dan alat pemindai, tenaga, serta biaya-biaya lainnya. Teknik pemeriksaan jawaban ujian yang diusulkan adalah dengan memanfaatkan *Artificial Intelligence* (Kecerdasan Buatan) sebagai metodenya namun tetap menggunakan teknologi informasi sebagai medianya. Adapun perangkat teknologi yang digunakan adalah *handphone* (HP). Perangkat ini diusulkan karena pengguna *smartphone* di Indonesia kini mencapai sekitar 25% dari total penduduk atau sekitar 65 juta orang [4]. Sehingga tidak dibutuhkan alat pemindai khusus untuk memeriksa jawaban ujian. Selain itu mengukur ketepatan jawaban ujian ini, Peneliti mengusulkan pendekatan baru yang menggabungkan 2 buah algoritma yang cukup handal dibidang klasifikasi. Algoritma yang dipakai adalah *Convolutional Neural Network* atau *LeNet 5* yang mampu mengklasifikasi tulisan tangan berupa angka sebesar 98,04% dan *Extreme Learning Machine* yang memiliki waktu komputasi hanya sebesar 0,00078 milidetik [5].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Klasifikasi Tes Berdasarkan Pelaksanaan*

Tim Puslitbang menggolongkan tes menjadi dua golongan yaitu tes prestasi belajar, dan tes hasil belajar. Tes prestasi belajar yang hendak diukur adalah kemampuan siswa dalam menguasai pelajaran yang telah diberikan kepadanya, sedangkan tes hasil belajar meliputi aspek pembentukan watak seorang siswa. Peneliti [6] membedakan bentuk tes yang didasarkan pada: 1) pelaksanaan, 2) sistem penskoran, 3) waktu pelaksanaan, 4) tujuan pelaksanaan, dan 5) sasaran atau objek yang akan diukur.

Berdasarkan pelaksanaan, bentuk tes berdasarkan pelaksanaannya dibedakan menjadi 3 bentuk, yaitu *Paper Based Test* (PBT), *Oral Based Test* (OBT), dan *Computer Based Test* (CBT).

B. *Handwriting Character Recognition*

Pola angka yang ditulis dengan tangan memiliki bentuk yang tidak pasti atau tidak konsisten bila dibandingkan dengan pola angka yang dicetak dengan mesin. Bahkan untuk satu orang yang sama akan menghasilkan pola yang berbeda-beda untuk angka yang sama [7]. Keunikan inilah yang membuat pola angka tulisan tangan lebih sulit dikenali dibandingkan dengan pola angka yang dihasilkan oleh mesin.

C. *Convolutional Neural Network*

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan perbaikan dari Jaringan Saraf Umpan Maju Berlapis Banyak dalam menangani masukan dua dimensi [8]. CNN terinspirasi dari sistem biologis visual manusia yang menggabungkan ekstraksi fitur dan tahap pengklasifikasian [9]. Jaringan ini merupakan hasil pemodelan struktur retina manusia. Jaringan ini secara khusus dirancang untuk mengenali bentuk dua dimensi dengan tingkat invarian yang tinggi meliputi ragam bentuk, perubahan ukuran dan distorsi [10].

Arsitektur CNN memiliki kemampuan implit untuk mengekstraksi fitur secara otomatis. Dalam hal ini lapisan masukan adalah gambar mentah, lapisan keluaran mewakili kelas pemenang sebagai penggolong, dan lapisan lainnya bertanggung jawab untuk fitur ekstraksi

atau pemetaan serta tugas sub-sampling Agar dapat tahan terhadap distorsi, perubahan ukuran, dan pergeseran, CNN menggunakan tiga ide arsitektur yaitu bidang reseptif lokal (*receptive field*), bobot bersama (*sharing weight*), sub-sampling spasial atau *temporal* subsampling [11].

D. Extreme Learning Machine

Metode ini merupakan perbaikan dari *single layer perceptron* dimana konsep yang diambil adalah pembelajaran tanpa iterasi. Metode ini dibentuk untuk menyempurnakan kecepatan yang sangat lama oleh *back propagasi neural network*. Perhitungan matematis dari algoritma ini dapat merujuk ke peneliti [7].

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian diambil dengan cara menyebarkan formulir isian data ke sekolah-sekolah yang menjadi subyek penelitian. Subyek penelitian yang dimaksud adalah dimulai dari tingkat sekolah dasar, sekolah menengah atas, hingga ke sekolah menengah atas dimana jumlah responden yang ditargetkan berkisar antara 50 – 100 responden per sekolah atau subyek penelitian.

1) Dataset

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer yang dimaksud adalah data yang diambil dan diolah sendiri oleh peneliti hingga siap digunakan. Sedangkan data sekunder adalah data yang telah tersedia secara publik yaitu menggunakan database MNIST. Data primer digunakan sebagai dataset pelatihan dan pengujian perangkat lunak. Sedangkan data sekunder digunakan sebagai data pendukung ketika membangun prototipe awal.

Data yang dimaksud pada penelitian ini adalah tulisan tangan siswa sekolah tingkat akhir yang sering melakukan ujian *try out* sebelum memasuki Ujian Nasional. Data tulisan tangan tersebut berupa tulisan angka dari 0 – 100, huruf kapital A-Z, serta huruf konsonan a-z.

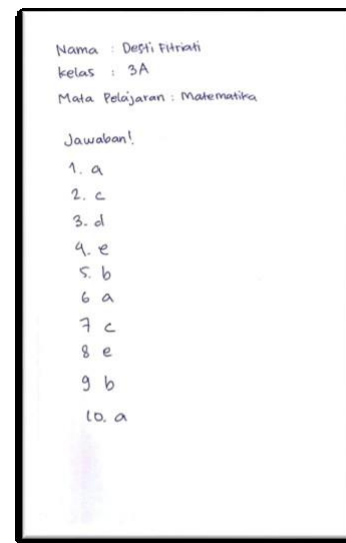
2) Lokasi Penelitian

Data diambil dari sekolah-sekolah yang berada pada lingkungan sekitar Universitas Pancasila yaitu :

- Sekolah Dasar Kartika VIII-5, Yonzikon 13
- Sekolah Menengah Pertama Negeri 276
- Sekolah Menengah Atas Kartika VIII-I, Yonzikon 13

3) Objek Penelitian

Objek penelitian adalah bahan atau data mentah yang akan diolah pada perangkat lunak yang dibangun. Objek penelitian yang dimaksud adalah tulisan tangan siswa/i sekolah yang kemudian difotokan menjadi sebuah dataset. Dataset yang dikumpulkan dibagi menjadi 3 jenis yaitu dataset huruf, dataset angka, dan dataset jawaban ujian pilihan ganda. Gambar 1 dan Gambar 2 berikut menunjukkan dataset yang dimaksud.



Gambar 1. Contoh Citra Jawaban Pilihan Ganda

Form Pengambilan Data Primer | 2018

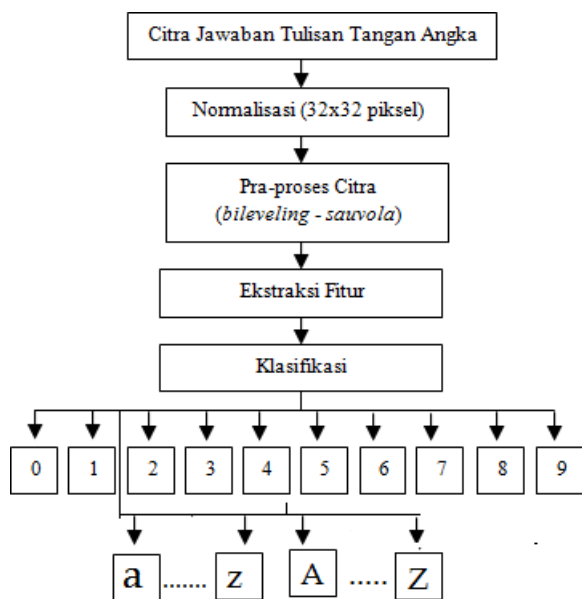
Tuliskan Angka secara acak pada kolom di bawah ini!

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1	2	3	6	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
2	10	20	21	22	9	6	7	8	9	10	1	2	3	4						
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				

Gambar 2. Contoh Penulisan Form Angka

B. Rancangan Penelitian

Secara umum sistem klasifikasi citra terdiri dari beberapa proses seperti pra-proses, deteksi, segmentasi, ekstraksi fitur, dan klasifikasi citra [12]. Namun pada penelitian ini hanya menggunakan beberapa alur saja yang dianggap sudah mencukupi untuk keseluruhan proses. Adapun alur metode usulan pada penelitian ini seperti Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Rancangan Usulan Penelitian

1) Data Penelitian

Data penelitian ini merupakan data primer yang diambil di beberapa sekolah di area sekitar Universitas Pancasila, Jakarta Selatan. Data yang diambil berupa lembar jawaban ujian yang ditulis tangan dan kemudian dipindai menggunakan kamera HP menjadi sebuah citra yang akan diproses pada tahap selanjutnya.

2) Pra-pengolahan Citra Digital

Teknik *bilevel sauvola* merupakan salah satu teknik yang mengubah gambar skala keabuan menjadi gambar biner. Dalam penerapannya, teknik ini mampu menghasilkan pengenalan sebesar 95,8%. *Sauvola* merupakan algoritma ambang batas yang memanfaatkan ambang batas lokal adaptif. Asumsikan bahwa citra abu-abu dimana $g(x,y) \in [0,255]$ menjadi intensitas piksel di lokasi (x,y) .

3) Ekstraksi Fitur

Operasi ambang batas (*Thresholding*) adalah proses perubahan citra keabuan menjadi citra biner yang terdiri dari 2 warna yaitu hitam dan putih dimana objek dilambungkan dengan piksel hitam (0) dan latar belakang dilambungkan dengan piksel putih (255). Fitur yang digunakan sebagai masukan adalah seluruh piksel citra hasil *bilevel* yang berjumlah 1024 (berasal dari 32x32 piksel). Untuk skenario tabuhan digunakan pula fitur area sebagai penjumlahan piksel bernilai 0 (objek citra).

4) Evaluasi Hasil

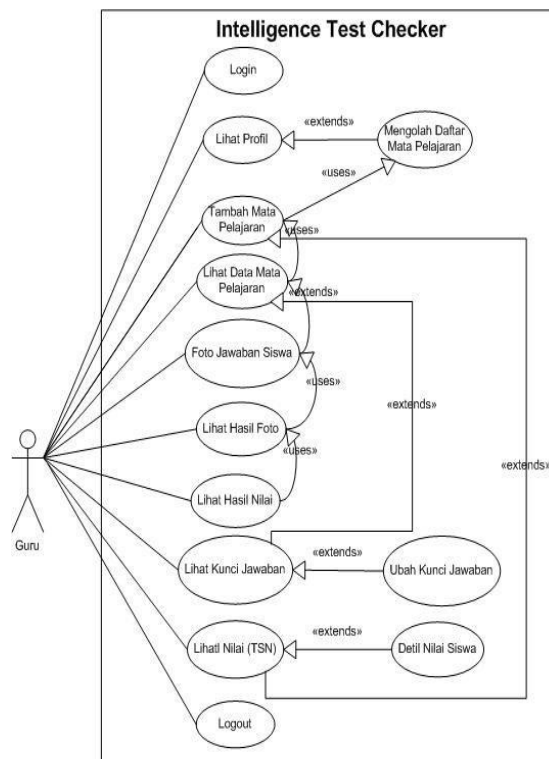
Hasil klasifikasi dihitung menggunakan formula seperti berikut :

$$Accuracy = \frac{1 - Miss\ classification\ rate}{Total\ Data} \quad (1)$$

Miss classification rate adalah jumlah total data atau citra yang gagal dikenali. Dalam hal ini gagal adalah hasil pengenalan tidak sesuai dengan target yang diharapkan.

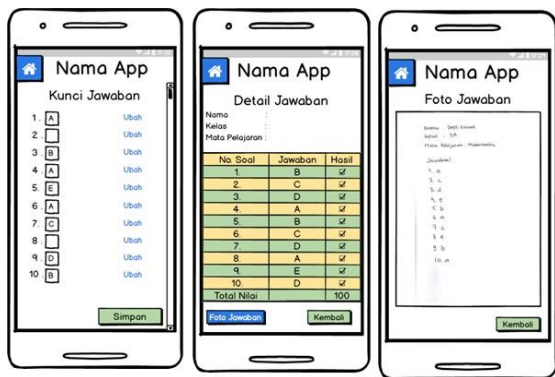
C. Perancangan Sistem

Gambar 4 berikut adalah rancangan use case dari penelitian yang dibangun.



Gambar 4. Use Case Diagram

Sedangkan Gambar 5 berikut adalah tampilan antarmukanya.



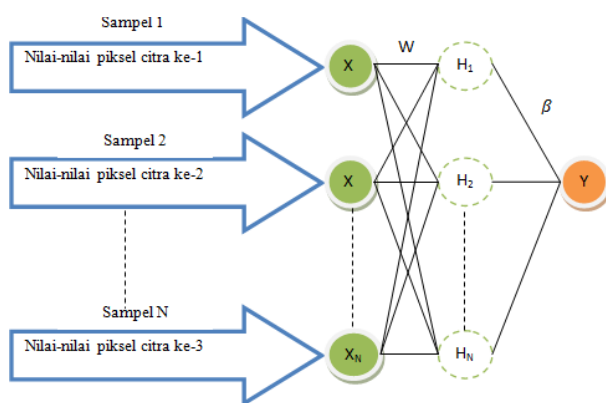
Gambar 5. Use Case Diagram

IV. HASIL DAN DISKUSI

A. Hasil Percobaan

Gambar dan tabel harus terletak di tengah (*centered*). Grafik dan tabel yang besar dapat direntangkan pada kedua kolom. Setiap tabel atau gambar yang mencakup lebar lebih dari 1 kolom harus diposisikan di bagian atas atau di bagian bawah halaman.

Metode yang diusulkan pada penelitian ini adalah *Hybrid Extreme Convolutional Neural Network Machine* dimana metode usulan merupakan gabungan dari metode *Convolutional Neural Network* dan *Extreme Learning Machine*. Gambar 6 berikut menunjukkan arsitektur dari ELM.



Gambar 6. Arsitektur ELM

Gambar 6 adalah arsitektur ELM dimana secara visual terlihat bahwa node input mengisyaratkan 1 citra masukan. Artinya jika terdapat N- node input maka sama dengan terdapat N-citra yang langsung diproses. Inilah yang membuat ELM dikatakan sebagai metode

pembelajaran yang cepat atau terkesan ekstrem. Namun jika dilihat dari sisi akurasi, maka hasil yang diperoleh oleh ELM tidak sebagus CNN LeNet-5.

Untuk itu gabungan atau *hybrid* yang dimaksud adalah dengan menggunakan CNN sebagai tahap awal pemrosesan data citra, baru kemudian proses pembelajaran menggunakan ELM. CNN digunakan untuk memfilter citra sehingga objek yang terdapat pada citra dapat terlihat dengan jelas dikarenakan adanya peta fitur ke-6 atau *feature map 6* (F6). Proses konvolusi yang dihasilkan dari F6 menonjolkan ciri khusus dari objek dalam citra. Keuntungan inilah yang digunakan pada penelitian ini. Setelah semua citra dalam dataset diolah menggunakan konvolusi, proses selanjutnya adalah melakukan pembelajaran menggunakan ELM.

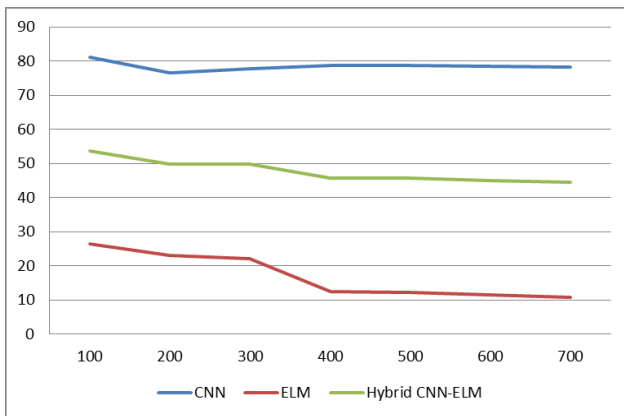
Percobaan dilakukan untuk membandingkan 3 metode yaitu CNN, ELM, dan HECNN *Machine*. Percobaan dilakukan dengan menggunakan data primer sebanyak 700 data. Jumlah data yang diuji adalah kelipatan seratus hingga mencapai maksimum data primer yaitu 700 data. Hal ini perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat akurasi yang diperoleh dari jumlah data yang berbeda namun dengan parameter yang sama.

Pengujian dilakukan dengan menggunakan parameter atau pengetahuan yang didapatkan dari proses pembelajaran. Pengetahuan ini didapatkan berdasarkan nilai kesalahan pada saat pembelajaran atau *error train* (MSE). Pada praktiknya, pengetahuan yang memiliki tingkat akurasi yang paling baik yang akan digunakan sebagai parameter pengujian. Dalam hal ini pengujian dilakukan dengan menggunakan pengetahuan yang paling baik yaitu pengetahuan yang diperoleh dari *error train* sebesar 1,2%. Hasil pengujian berdasarkan jumlah data primer dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Pengujian Data Primer Berdasarkan Jumlah Data

Banyak Data Primer	Akurasi (%)		
	CNN LeNet 5	ELM	HECNN Machine
100	81,0	26,34	53,67
200	76,5	23,12	49,81
300	77,67	22	49,83
400	78,75	12,57	45,66
500	78,8	12,28	45,68
600	78,4	11,46	44,93
700	78,14	10,86	44,5

Berdasarkan hasil pengujian dari 700 gambar data primer maka di dapatkan hasil bahwa tingkat akurasi pengenalan yang diperoleh adalah sebesar 47,73% untuk HECNN Machine. Secara visual perbandingan hasil akurasi dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Grafik Akurasi Hasil Pengujian Berdasarkan Jumlah Data

Tabel 2 berikut menunjukkan akurasi keseluruhan dari 3 metode yang dibandingkan akurasinya.

Tabel 2. Perbandingan Akurasi Ketiga Metode

No	Metode	Akurasi (%)
1	<i>Convolutional Neural Network</i>	78,47
2	<i>Extreme Learning Machine</i>	16,95
3	<i>Hybrid Extreme Convolutional Neural Network</i>	47,73

B. Diskusi

Hasil percobaan membuktikan bahwa CNN konsisten memberikan hasil yang bagus untuk variasi dan jumlah data yang disediakan. Sedangkan ELM yang dinyatakan bahwa memiliki komputasi waktu belajar yang singkat memang benar adanya. Tetapi tidak bisa membuktikan performansi yang baik dari segi akurasi. Hal ini dapat terjadi karena metode ELM tidak memiliki fungsi filter khusus yang dapat menangani berbagai distorsi atau gangguan pada citra sehingga objek lebih banyak gagal dikenali. Sedangkan pada HECNN-Machine, akurasi yang dihasilkan lebih baik dari ELM. Karena metode ini menerapkan konvolusi fitur ke-6 (*feature map 6*) yang mampu mengeluarkan atau menonjolkan objek pada citra. Sehingga ketika dilanjutkan ke proses pembelajaran

maupun pengujian, data masukan sudah mendekati objek sesungguhnya. Namun karena ELM tidak memiliki iterasi, maka proses pembelajaran tergolong singkat. Akibatnya ada beberapa bagian yang belum banyak diperbaiki oleh sistem

Disisi lain, jika dilihat pada Tabel 1, diketahui bahwa semakin banyak data yang dipelajari, maka semakin menurun akurasi yang dihasilkan oleh ketiga metode ini. Tingkat akurasi yang dihasilkan dari pengujian *data set* yang berbeda membuktikan bahwa karakter tulisan tangan memiliki tingkat variasi yang tinggi dan tidak konsisten. Artinya budaya, lingkungan tempat tinggal, dan kebiasaan mempengaruhi karakter tulisan tangan seseorang.

V. KESIMPULAN

Akurasi yang dihasilkan dari metode yang diusulkan lebih baik dibandingkan dengan menggunakan ELM saja, meski hanya mencapai 47,73%. Selain itu metode usulan juga memiliki komputasi waktu yang lebih baik dibandingkan dengan CNN saja. Kekurangan dari metode usulan adalah kinerja pembelajaran yang masih rendah. Artinya perlu dilakukan modifikasi sedemikian rupa hingga mencapai proses pembelajaran cepat yang sempurna. Meskipun demikian, kelebihanannya adalah akurasi yang dihasilkan lebih baik dibanding hanya menggunakan ELM saja dan komputasi yang lebih cepat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wibowo, Jati Sasongko. "Rancang Bangun Program Koreksi Lembar Jawab Komputer untuk Tryout Ujian Nasional Tingkat SMA". *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK* Volume 18, No.2, Juli 2013 : 142-152. ISSN: 0854-9524.
- [2] Rahman, Arif. "Sistem Pemroses Lembar Jawab Komputer Berbasis XML". *Jurnal Sistem Informasi Indonesia* Vol. 1 No. 1. Februari 2011. ISSN: 2087-8737.
- [3] Saraswati, Ni.S.W, dan Desak Made Dwi Utami Putra. " Sistem Ujian Online Berbasis Website". *Jurnal Ilmu Komputer dan Sains Terapan*. Volume 6, Nomor 1, Oktober 2015, Hal. 21-29.
- [4] Siaran-Pers. "Smartphone Rakyat Indonesia". Ristekdikti : Kementerian Ristek dan Pendidikan Tinggi. 12 Januari 2017. 20 April 2018. <<https://ristekdikti.go.id/smartphone-rakyat-indonesia-2/>>.

- [5] Fitriati, Desti. "Perbandingan Kinerja CNN Lenet 5 Dan Extreme Learning Machine Pada Pengenalan Citra Tulisan Tangan Angka". *Jurnal Teknologi Terpadu* Vol. 2, No. 1, Juli, 2016.
- [6] Widyoko, Eko Putro. 2014. *Penilaian Hasil Pembelajaran di Sekolah*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- [7] Fitriati, Desti. Perbandingan Kinerja CNN Lenet 5 Dan Extreme Learning Machine Pada Pengenalan Citra Tulisan Tangan Angka. *Jurnal Teknologi Terpadu*. Vol. 2, No. 1, Juli, 2016.
- [8] Bouchain, David. "Character Recognition Using Convolutional Neural Networks", *Statistical Learning Theory Conference*, Institute for Neural Information Processing, University of Ulm, Germany. (Winter 2006/2007).
- [9] Ahranjany, S.S, F. Razzazi, & M.H. Ghassemian. "A Very High Accuracy Handwritten Character Recognition System for Farsi/Arabic Digits Using Convolutional Neural Networks", *International Journal of Technology Information IEEE*, 2010.
- [10] Mrazova, I, & M.Kukacka. "Hybrid Convolutional Neural Networks", *The IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*. Doc, Daejeon, Korea Juli 13-16-2008.
- [11] Zhao, Z, S. Yang, & X. Ma. "Chinese License Plate Recognition Using a Convolutional Neural Network", *IEEE Pacific-Asia Workshop on Computational Intelligence and Industrial Application (PACIIA)*, 2008.
- [12] Kamavisdar, P., Saluja, S., & Agrawal, S. "A Survey on Image Classification Approaches and Techniques", *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 2(1), 2013.