

Pembaharuan Teknologi Pada Media Belajar Matematika Berbasis Kartu Angka Menggunakan Sistem Komputer Vision

Rian Rahmanda Putra¹, Fery Antony², Husnawati³

^{1,2,3} Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indo Global Mandiri Palembang

email: ¹rian@uigm.ac.id, ²feryantony@uigm.ac.id, ³uthy.51291@gmail.com

ABSTRAK

Pembelajaran matematika menggunakan kartu angka dapat meningkatkan kemampuan kognitif matematika anak. Kartu angka dapat merangsang anak lebih cepat dalam mengenali angka, merangsang kecerdasan, serta mampu meningkatkan minat belajar, sehingga kartu angka merupakan media yang memberikan dampak positif terhadap upaya peningkatan kemampuan belajar pada anak. Pada penelitian ini akan dirancang sebuah sistem yang dapat mengenali pola pada kartu angka dan operasi matematika menggunakan metode jaringan syaraf tiruan perceptron pada sistem *computer vision*, agar anak – anak dapat belajar matematika menggunakan kartu angka secara mandiri. Sistem komputer vision yang dirancang terdiri dari kamera ponsel yang terhubung dengan *wireless* ke komputer menggunakan protocol TCP/IP. Kamera ponsel akan menangkap gambar pada kartu angka, kemudian mengirimkan gambar yang ditangkap ke komputer. Komputer dapat mengenali angka yang tertera pada kartu dan selanjutnya akan mengeluarkan suara yang menyebutkan angka dan hasil operasi matematika yang tertera pada kartu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengenali pola angka dan operator matematika dengan baik serta dapat melakukan perhitungan sederhana dengan *output* berupa suara, tingkat keberhasilan yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 90% dari total 100 kali pengujian yang telah dilakukan.

Kata Kunci: *Kartu angka, Komputer Vision, Algoritma Perceptron.*

ABSTRACT

Mathematical learning process using a numeric card can improve children's cognitive abilities in mathematics. A numeric card can stimulate children to recognize numbers more quickly, stimulate intelligence, and be able to increase interest in learning, so numeric cards are a media that has a positive impact to improve children's abilities in learning. In this paper proposed design of the system that can recognize the patterns on a numeric card and mathematical operations using neural network perceptron, so that children can learn mathematics using numeric cards independently. The computer vision system designed consists of camera phones that are connected with wireless to the computer using TCP / IP protocol. The camera phones will capture an image on the numeric card, then send the captured image to the computer. The computer can recognize numeric card patterns, and then mentions the numbers and results of mathematical operations listed on the card with sound output. The results of this study show the system can recognize numeric card patterns and mathematical operators well and can perform simple calculations with sound output, the success rate obtained in this study is 90% of total 100 tests that have been conducted.

Keywords: *Numeric Card, Computer Vision, Perceptron Algorithm.*

Pendahuluan

Pembelajaran merupakan suatu bentuk pengembangan pengetahuan yang meliputi banyak hal yang diajarkan pada seseorang agar lebih memahami dan mengerti makna sesungguhnya dari apa yang telah, sedang atau yang akan dipelajarinya. Salah satu pendidikan yang harus diajarkan dan diberikan kepada anak khususnya pada usia 4 hingga 6 tahun adalah berhitung, karena merupakan dasar yang dapat merangsang kecerdasan anak yang meliputi dasar matematika (Margono & Purnama 2009).

Media pembelajaran dapat dikategorikan sebagai faktor eksternal yang dapat mempengaruhi proses belajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 11% pengetahuan seseorang diperoleh dari pengalaman pendengaran dan 83% didapat dari pengalaman penglihatan, sedangkan kemampuan daya ingat dipengaruhi oleh pengalaman yang diperoleh dari apa yang didengar sebesar 20% dan dari pengalaman yang dilihat sebesar 50% (Sutikno & Isa 2010). Nilai dan kegunaan media pembelajaran dapat mempertinggi proses pembelajaran dan hasil belajar yang dicapai dalam proses pembelajaran.

Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa permainan kartu angka merupakan media belajar yang dapat meningkatkan kemampuan kognitif matematika anak (Sugianto & Rostika 2013; Apsari 2012; Widya 2012).

Perkembangan teknologi telah memicu perubahan dalam banyak hal, salah satunya adalah dalam hal pengajaran. Komputer merupakan salah satu media yang diminati oleh guru dalam menyampaikan materi pengajaran. Komputer juga mampu menambah minat dan menggugah rasa ingin tahu pada anak dan membuat pembelajaran tidak cepat membosankan, bahkan komputer dapat digunakan untuk meningkatkan perkembangan intelegensi karena kemudahan yang diberikannya (Semiawan 2008). Media pembelajaran

multimedia berbasis komputer juga dapat menarik minat belajar anak karena unsur audio dan visual serta dapat membantu anak belajar secara mandiri (Dhevi et al. 2013).

Penggabungan konsep permainan dan teknologi komputer sebagai media pengajaran mampu meningkatkan kualitas kegiatan belajar mengajar pada anak (Rohwati 2012; Nugrahani 2007).

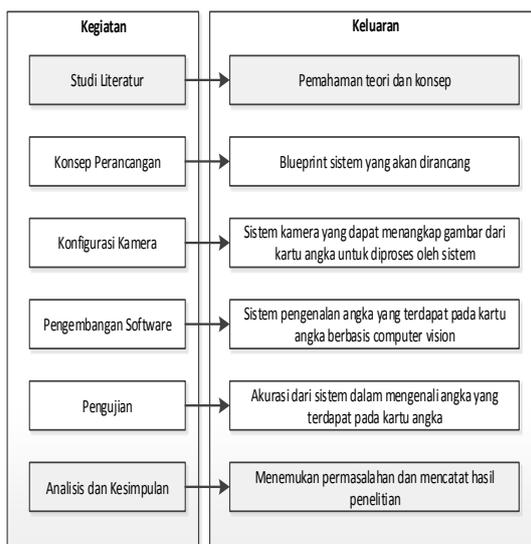
Pada penelitian ini akan dibangun sebuah sistem *computer vision* yang mampu mengenali angka dan operator matematika pada kartu angka serta mampu melakukan operasi matematika berdasarkan angka dan operator matematika yang terdapat pada kartu angka tersebut. Sistem yang dirancang terdiri dari kamera pada ponsel android yang terhubung *wireless* ke komputer menggunakan protocol TCP/IP.

Kamera pada ponsel android dapat menangkap gambar pada kartu angka, kemudian mengirimkan gambar yang ditangkap ke dalam sistem pada komputer. Komputer dapat mengenali angka yang tertera pada gambar dan selanjutnya komputer akan mengeluarkan suara yang menyebutkan susunan kartu angka dan hasil operasi matematika dari angka yang tertera pada kartu. Suara yang akan dijadikan *output* menggunakan suara dari mesin penerjemah *Google Translate* yang telah disimpan dalam folder di komputer.

Sistem ini diharapkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran interaktif yang dapat membantu anak belajar secara mandiri.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk membangun sebuah prototype media pembelajaran matematika berbasis kartu angka menggunakan sistem komputer vision yang diharapkan dapat meningkatkan kemampuan kognitif matematika anak usia dini. Pemetaan permasalahan pada penelitian ini dapat dilihat pada kerangka kerja pada gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

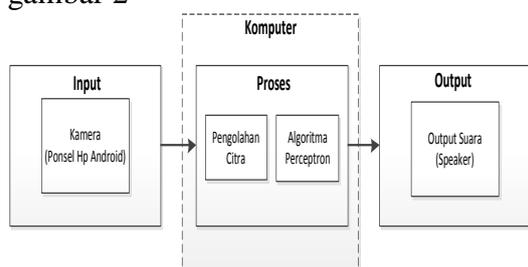
Berdasarkan gambar 1. dapat dilihat bahwa tahapan penelitian ini terdiri dari studi literature, konsep perancangan, konfigurasi kamera, pengembangan software dan pembuatan laporan.

A. Studi Literatur

Studi literature dilakukan untuk mengetahui dan perkembangan penelitian dalam bidang sistem computer vision. Studi literature berguna untuk memberikan ide tentang konsep computer vision yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran. Studi literature dilakukan dengan membaca hasil penelitian dan artikel yang berkaitan dengan teknologi computer vision dan media pembelajaran.

B. Konsep Perancangan

Konsep perancangan merupakan blueprint dari sistem yang akan dirancang. Sistem terdiri dari tiga bagian yaitu input, proses, output. Diagram blok sistem yang dirancang dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Bagian input yaitu kamera. Kamera berfungsi untuk menangkap gambar yang terdapat pada kartu angka. Kamera yang digunakan adalah kamera pada ponsel android. Pada bagian proses, terdapat komputer yang memiliki software yang dapat mengelola citra yang diperoleh dari bagian input. Teknik pengolahan citra yang digunakan pada penelitian ini adalah cropping image, resizing image, grayscaleing dan thresholding.

Pada bagian proses, komputer memiliki software JST Perceptron yang digunakan untuk mengenali pola gambar pada kartu angka. JST perceptron terlebih dahulu dilatih untuk mengenali pola angka sample yang berjumlah 120 sample yang terdiri dari gambar angka 0 – 9 dan dua operator matematika yaitu penjumlahan (+) dan pengurangan (-).

Setiap angka dan operator matematika terdiri dari 10 sample. Seluruh gambar sample tersebut disimpan dalam satu folder. Setelah proses pelatihan selesai, akan didapatkan nilai bobot dan bias untuk setiap angka dan operator matematika. Nilai bias dan bobot inilah nantinya yang digunakan oleh JST Perceptron dalam mengenali pola angka dan operator matematika yang tertera pada permainan kartu angka.

Setelah JST Perceptron mengenali pola angka dan operator matematika selanjutnya melakukan operasi matematika sesuai dengan gambar yang tertera tersebut dan mengeluarkan output suara yang menyebutkan angka dan operator matematika serta hasil perhitungannya. Suara yang dijadikan output merupakan suara yang didapatkan dari sample suara mesin penerjemah google translate yang telah tersimpan dalam sebuah folder.

C. Konfigurasi kamera

Penelitian ini menggunakan kamera untuk menangkap gambar angka dan operator matematika yang tertera pada

kartu angka. Kamera yang digunakan adalah kamera yang terdapat pada ponsel android.

Konfigurasi kamera menggunakan software IP webcam yang dipasang pada ponsel android. Software IP webcam memungkinkan kamera pada ponsel android bekerja layaknya kamera cctv berbasis IP (Internet Protocol). Kamera akan mengirim aliran gambar yang ditangkap ke komputer menggunakan protocol TCP/IP secara wireless melalui alamat url.

D. Pengembangan Software

Perangkat lunak pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan proses pengolahan citra dan pengenalan pola (JST Perceptron). Kedua tahapan tersebut dijelaskan pada sub bab berikut ini. Software akan dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman C#.

1. Pengolahan Citra

Pengolahan citra pada penelitian ini terdiri dari proses grayscale, thresholding, cropping image dan resizing image. Tahapan grayscale digunakan untuk menghasilkan citra keabuan dari citra RGB. Pada dasarnya, citra RGB memiliki 4 komponen yang terdiri dari Alpha (A), Red(R), Green(G) dan Blue (B). Komponen Alpha merupakan nilai transparansi citra sedangkan komponen Red, Green dan Blue merupakan nilai warna yang terdapat dalam sebuah piksel. Keempat komponen tersebut memiliki rentang nilai masing – masing antara 0 – 255 atau 8 (delapan) bit, sehingga diperlukan 32 piksel untuk mendefinisikan sebuah piksel berwarna. Proses grayscale dilakukan dengan merata-ratakan nilai dari komponen R,G dan B.

Tahapan Grayscale menghasilkan citra keabuan dengan nilai keabuan tiap pikselnya adalah 0-255. Nilai piksel tersebut menunjukkan semakin mendekati nilai 0 maka warna piksel akan semakin hitam dan semakin

mendekati 255 warna piksel semakin putih.

Setelah mendapatkan nilai keabuan dari sebuah citra, tahapan selanjutnya adalah melakukan proses thresholding untuk menghasilkan citra biner. Citra biner adalah citra yang hanya memiliki nilai 0 dan 1 pada setiap pikselnya yang merepresentasikan warna hitam dan putih. Citra biner didapatkan dengan memberikan nilai thresholding pada tiap piksel pada citra keabuan. Apabila nilai piksel tersebut berada dibawah nilai thresholding ($f(x,y) < T$) maka nilai piksel tersebut akan ditetapkan sebagai hitam atau 1 dan sebaliknya, jika nilai piksel tersebut berada diatas nilai threshold ($f(x,y) > T$) maka nilainya akan ditetapkan sebagai 0 atau putih.

Setelah mendapatkan citra biner, proses yang selanjutnya dilakukan adalah melakukan cropping dan resizing pada citra tersebut agar memudahkan pada tahapan JST perceptronnya. Cropping adalah proses memotong citra pada bagian yang memiliki informasi yang akan digunakan dan proses resizing adalah proses memperkecil ukuran citra. Ukuran awal citra tersebut adalah 640x480 piksel. Setelah proses resizing ukurannya akan direduksi menjadi 20x20 piksel. Cropping image dilakukan dengan cara mencari setiap sisi (atas, bawah, kanan, kiri) dari citra angka atau operan matematika.

2. Pengenalan Pola

Sistem computer vision yang dibangun pada penelitian ini menggunakan algoritma Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Perceptron dalam melakukan proses pengenalan pola pada citra angka dan operator matematika yang tertera pada permainan kartu angka. JST perceptron tersebut dahulu dilatih dengan menggunakan data sample citra angka dan operator matematika yang telah disiapkan. Proses pelatihan akan menghasilkan nilai bias dan bobot. Nilai bias dan bobot inilah yang digunakan

oleh JST dalam menentukan pola gambar ketika sistem dijalankan.

Dalam Algoritma JST perceptron, ada 3 langkah penting untuk mendapatkan nilai bobot akhir. Langkah pertama adalah mendapatkan nilai y_{in} . Nilai y_{in} adalah nilai net input yang nantinya akan diproses lebih lanjut oleh sistem aktivasi F. Nilai y_{in} didapatkan dengan menggunakan persamaan 1.

$$y_{in} = b + \sum x_i.w_i \quad (1)$$

Setelah mendapatkan nilai y_{in} , maka y_{in} akan dimasukkan ke dalam fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi f merupakan fungsi yang akan menghasilkan output. Fungsi aktivasi ditunjukkan pada persamaan 2.

$$f(y_{in}) = \begin{cases} 1 & \text{jika } y_{in} > \theta \\ -1 & \text{jika } y_{in} < -\theta \end{cases} \quad (2)$$

Setelah mendapatkan nilai $f(y_{in})$ dari fungsi aktivasi, langkah selanjutnya adalah membandingkan nilai $f(y_{in})$ dengan target yang ditentukan. Jika nilai $f(y_{in})$ sama dengan nilai target, maka bobot dan bias tetap, namun jika nilai $f(y_{in})$ tidak sama dengan nilai target, maka akan ada perubahan nilai bobot dan bias. Perubahan nilai bias dan bobot mengikuti aturan pada persamaan 1 dan 2.

Perhitungan nilai bobot dan bias akan terus berlangsung selama nilai $f(y_{in})$ tidak sama dengan target. Ketika nilai $f(y_{in})$ sama dengan target, maka proses perhitungan dengan rumus diatas akan dihentikan dan nilai bobot dan bias terakhirlah yang disimpan dan digunakan pada saat sistem bekerja. Pada penelitian ini, nilai awal bobot dan bias ditentukan bernilai 0, nilai threshold diberikan nilai 0.3 dan learning rate diberi nilai 0.1. Tidak ada aturan yang baku pada penentuan nilai tersebut. Jika saat pengujian hasil pelatihan nya kurang baik nilai ini akan kembali diubah.

Setelah proses pelatihan dilakukan selesai, maka sistem computer vision akan dijalankan untuk mengukur sebaik apa JST perceptron dalam mengenali pola citra yang telah diberikan. Pemisahan Gambar dan Pengambilan Keputusan

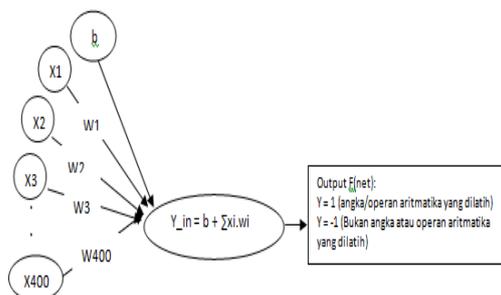
Pada saat Sistem computer vision dijalankan, sistem akan menangkap susunan angka dan operator matematika yang tertera pada susunan kartu angka. Susunan angka tersebut dianggap sebagai satu citra yang tunggal ketika ditangkap oleh kamera dan dikirimkan ke komputer untuk diproses walaupun dalam citra tersebut terdapat lebih dari satu gambar. Oleh karena itu, perlu sebuah mekanisme untuk mengenali citra yang terdapat pada susunan kartu angka tersebut.

Pada saat sistem dijalankan, penentuan sebuah citra oleh JST berdasarkan pada bobot dan bias yang didapat setelah proses pelatihan. Selain itu juga digunakan metode pengambilan keputusan berdasarkan fungsi nilai aktivasi yang paling tinggi dari setiap masing – masing pola yang diberikan.

E. Pengujian

Pengujian dilakukan untuk melihat akurasi sistem dalam mengenali pola angka dan operator matematika yang telah diberikan pada saat proses pelatihan.

Gambar 1 menunjukkan arsitektur algoritma jaringan syaraf tiruan perceptron yang digunakan untuk pelatihan setiap angka dan operator matematika dimana terdapat 400 pasang unit input dan bobot serta sebuah nilai bias untuk masing – masing pola gambar yang dilatih. Jumlah 400 pasang tersebut didapatkan berdasarkan nilai ukuran piksel citra yang digunakan pada proses pelatihan tersebut. citra yang digunakan berukuran 20x20 piksel. Ukuran citra tersebut kemudian dikonversi menjadi 1x400 piksel sehingga akan ada 400 input pada sistem pelatihan jaringan perceptron.



Gambar 3. Arsitektur JST Perceptron

Terdapat tiga bagian dalam algoritma jaringan syaraf tiruan perceptron antara lain, unit sensor, unit asosiasi dan unit respon. Pada penelitian ini, unit sensor menggunakan aktivasi biner (0 atau 1) sedangkan unit output menggunakan aktivasi 1 atau -1. Fungsi aktivai untuk unit asosiasi menggunakan fungsi hardlims dengan nilai threshold yang ditentukan.

Pada proses pelatihan JST Perceptron, untuk membedakan antara pola angka dan operator matematika tujuan dengan pola angka dan operator matematika yang bukan tujuan adalah dengan memberikan nilai target. Target adalah sasaran pembelajaran yang menjadi acuan pada proses pelatihan. Sample pola yang dilatih yang menjadi tujuan akan diberikan target 1 sedangkan yang bukan diberikan target -1.

Proses pelatihan yang terjadi pada setiap neuron adalah menemukan nilai bobot yang cocok unntuk setiap target yang dituju dengan semua input pelatihan yang ada.

Selama proses pelatihan, nilai bobot dan bias akan terus berubah hingga beberapa kali sampai ditemukan nilai bobot dan bias yang dapat menghasilkan nilai target yang ditentukan. Proses perulangan ini disebut dengan epoh. Pada penelitian ini jumlah epoh dibatasi sampai 2000. Jika sampai epoh ke 2000 jaringan belum menghasilkan nilai bobot dan bias yang cocok dengan nilai target maka proses pelatihan akan terhenti.

Tingkat keberhasilan JST Perceptron dalam mengenali pola yang

diberikan dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\text{Sukses Rate} = \frac{\text{Jumlah benar}}{\text{Jumlah angka dan operan aritmatika}} \times 100\% \quad (3)$$

Hasil dan Pembahasan

A. Hasil Pengolahan Citra Awal (Pre-Processing)

Sebelum dilakukan proses pelatihan pada jaringan syaraf tiruan perceptron, terlebih dahulu data sample pola yang terdiri dari 10 angka dan 2 operator matematika diolah dengan dilakukan proses resizing, grayscaling dan segmentasi (thresholding) atau keseluruhan proses ini disebut tahapan preprocessing. Tahapan ini dilakukan untuk mendapatkan informasi nilai biner (0 atau 1) pada citra sample. Informasi biner inilah yang dijadikan inputan pada neuron JST Perceptron.

Setelah mendapatkan informasi biner pada pola citra pelatihan dari tahapan pre-processing, selanjutnya dilakukan proses pelatihan dengan memasukkan informasi biner dari citra sample ke neuronnya. Proses pelatihan ini akan menghasilkan nilai bobot untuk masing – masing neuron dan nilai bias untuk masing – masing kelompok pola.

B. Hasil Pengujian JST Perceptron

Pengujian pertama dilakukan untuk melihat apakah jaringan perceptron dapat mengenali angka 0,1,2 dan 3. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pertama

Angka Uji	Bobot dan Bias	F(net)	Ket.
0	0	47,9	Dikenali
	1	-9,9	
	2	-12,2	
	3	-27,40000000000003	
	4	-41,70000000000003	
	5	-59,50000000000003	
	6	-20,9	
	7	-5,6	
	8	-18	
	9	-4,6	
	+	-43,2	
-	-43,80000000000003		

1	0	-45,9	Dikenali
	1	17	
	2	-13,4	
	3	-45,2000000000003	
	4	-8,90000000000003	
	5	-45,2000000000003	
	6	-31,8	
	7	-2,1	
	8	-26	
	9	-6,5	
+	-24,9		
-	-10,7000000000003		
2	0	-34,2	Dikenali
	1	-23,6	
	2	36,3	
	3	-12,0000000000003	
	4	-42,2000000000003	
	5	-57,6000000000003	
	6	-29,7	
	7	-1,2	
	8	-14,6	
	9	-5,5	
+	-21,8		
-	-33,1000000000003		
3	0	-22	Dikenali
	1	-33,2	
	2	-17	
	3	16,8999999999997	
	4	-44,8000000000003	
	5	-50,2000000000003	
	6	-19,1	
	7	-2,6	
	8	-11,5	
	9	-6,7	
+	-19,6		
-	-33,9000000000003		
Jumlah Error		0	

4	4	54,4000000000003	Dikenali		
	5	-8,30000000000029			
	6	-8,9			
	7	0,50000000000001			
	8	-11,3			
	9	-5,8			
	+	-21,5			
	-	-30,6000000000003			
	6	0		-9,8	Dikenali
		1		-9,1	
2		-22,1			
3		-45,0000000000003			
4		-44,3000000000003			
5		-47,7000000000003			
6		43,4			
7		-5,2			
8		-11,5			
9		-13,7			
+	-31,6				
-	-35,6000000000003				
7	0	-21,3	Dikenali		
	1	-1,2			
	2	-4,3			
	3	-46,4000000000003			
	4	-46,3000000000003			
	5	-46,4000000000003			
	6	-21,2			
	7	9,6			
	8	-13,4			
	9	-3,1			
+	-13,8				
-	-30,8000000000003				
Jumlah Error		2			

Berdasarkan hasil pengujian pertama, dapat dilihat bahwa JST Perceptron dapat mengenali angka 0,1,2 dan 3. Dengan menggunakan persamaan, maka presentase keberhasilannya adalah 100%.

Pada pengujian kedua, dilakukan pengujian untuk melihat apakah jaringan perceptron dapat mengenal angka 4,5,6 dan 7. Hasil dari pengujian kedua, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kedua

Angka Uji	Bobot dan Bias	F(net)	Ket.
4	0	-0,999999999999999	Tidak dikenali
	1	-27,8	
	2	-7,7	
	3	-34,8000000000003	
	4	-6,10000000000029	
	5	-43,4000000000003	
	6	-9	
	7	-0,099999999999993	
	8	-15,1	
	9	--0,399999999999999	
+	-18		
-	-29,6000000000003		
5	0	-15,1	Tidak dikenali
	1	-16,9	
	2	-16	
	3	-41,2000000000003	

Pada pengujian kedua, dapat dilihat pada gambar 5.3 bahwa JST Perceptron hanya dapat mengenali angka 6 dan 7, sedangkan angka 4 tidak terdeteksi dan angka 5 dikenali sebagai angka 7. Dengan menggunakan persamaan 4.5 dapat dilihat bahwa pada pengujian kedua ini, tingkat keberhasilannya adalah sebesar 50%.

Pada pengujian ketiga, dilakukan pengujian untuk melihat apakah JST perceptron dapat mengenali angka 8,9 dan 0 serta operator penjumlahan (+) dan pengurangan (-). Hasil pengujian ketiga dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Ketiga

Angka Uji	Bobot dan Bias	F(net)	Ket.
8	0	-16	Dikenali
	1	-15,1	
	2	-18,8	
	3	-21,5000000000003	
	4	-35,3000000000000	
	5	-54,5000000000003	
	6	-54,5000000000003	
	7	-8,299999999999999	
	8	45,1	
	9	-3,9	

	+	-35,6	
	-	-26,4000000000003	
9	0	13,1	Dikenali
	1	-16	
	2	-9,6	
	3	-28,6000000000003	
	4	-40,1000000000003	
	5	-49,2000000000003	
	6	-41,2	
	7	-4,4	
	8	-27,3	
	9	30,6	
	+	-36,9	
	-	-34,8000000000003	
0	0	57,1	Dikenali
	1	-15,2	
	2	-6,999999999999999	
	3	-25,8000000000003	
	4	-42,1000000000003	
	5	-59,6000000000003	
	6	-22	
	7	-7,1	
	8	-21,4	
	9	-11,8	
	+	-50,5	
	-	-45,2000000000003	
-	0	-49,1	Dikenali
	1	-7,499999999999999	
	2	-32,2	
	3	-56,9000000000003	
	4	-13,9000000000003	
	5	-56,7000000000003	
	6	-41,4000000000001	
	7	-10,1	
	8	-34,7	
	9	-9,599999999999999	
	+	-87,5999999999999	
	-	5,699999999999966	
+	0	-17,1	Dikenali
	1	-9,9	
	2	-14,6	
	3	-38,7000000000003	
	4	-41,0000000000003	
	5	-50,2000000000003	
	6	-8,6	
	7	-5	
	8	-14,1	
	9	-8,7	
	+	1,6	
	-	-33,6000000000003	
Jumlah Error			0

Berdasarkan hasil dari pengujian ketiga, dapat dilihat bahwa JST Perceptron dapat mengenali angka 0, 8 dan 9 serta operator penjumlahan (+) dan pengurangan (-). Dengan menggunakan persamaan 4.5, diketahui bahwa tingkat keberhasilan pada pengujian ketiga adalah 100%. Secara keseluruhan, JST perceptron telah mampu mengenali 10 dari 12 pola yang dilatihkan, sehingga dengan menggunakan persamaan 5.1 tingkat keberhasilan JST perceptron

dalam mengenali pola yang dilatihkan sebesar 90%.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan bahwa *prototype* sistem pengenalan angka dan operator untuk pembelajaran matematika dapat mengenali angka dan operator dengan baik serta dapat melakukan perhitungan secara sederhana. Keberhasilan sistem ini dapat dilihat dari tingkat akurasi sistem dalam mengenali pola angka yang diuji sebesar 90%.

Daftar Pustaka

- Apsari, T.E.R., 2012. Upaya Meningkatkan Kemampuan Kognitif Anak Melalui Permainan Kartu Angka dan Gambar Pada Anak Kelompok B di TK Kanisusu Sidowayah Klaten Tahun Ajaran 2012/2013.
- Arsyad, A., 2011. Media pembelajaran.
- Bachtiar, M.Y. & Haryanto, H., 2015. Perancangan Aplikasi Berbasis Markerless Augmented Reality Untuk Alat Peraga Organ Dalam Manusia Pada Sekolah Menengah Atas. , pp.1–5.
- Darmawan, M.W., 2009. *Identifikasi Mutu Buah Mangga Arum Manis Berdasarkan Warna Menggunakan Image Processing dan JST*. Universitas Gadjah Mada.
- Dhevi, D., Rondhi, M. & Nugrahni, R., 2013. Multimedia Pembelajaran Interaktif Pengenalan Angka Dan Huruf Untuk Anak Taman Kanak - Kanak. *Arty: Journal of Visual Arts*, 2(1), pp.5–8.
- Gallant, S.I., 1990. Perceptron-Based Learning Algorithms. *IEEE Transcation On Neural Networks*, 1(2), pp.179–191.
- Hamalik, O., 1992. *Media pembelajaran*, Jakarta: Pustaka Binaman Presindo.
- Margono, R. & Purnama, B.E., 2009. Study Of Interaktif Recognition Letter and Number For Children With Computer Multimedia Retno, Margono, Bambang Eka Purnama. *Journal Speed - Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, 1(1), pp.31–36.
- Minsky, M.L. & Papert, S., 1969. *Perceptrons: An Introduction to Computational Geometry*,
- Novitasari, D.R., 2010. Pembangunan Media Pembelajaran Bahasa Inggris Untuk Siswa Kelas 1 Pada Sekolah Dasar Negeri 15

- Sragen. *Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, 2(1), pp.21–28.
- Nugrahani, R., 2007. Media pembelajaran berbasis visual berbentuk permainan ular tangga untuk meningkatkan kualitas belajar mengajar di sekolah dasar. *Lembaran Ilmu Kependidikan*, 36(1).
- Parwati, N.N., Parmiti, D.P. & Jampel, I.N., 2013. Penerapan Pembelajaran Picture And Picture Berbantuan Media Kartu Angka Bergambar Dapat Meningkatkan Kemampuan Kognitif. *Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini Undiksha*, 1(1).
- Priyatna, A.N. et al., 2014. Implementasi Augmented Reality Sebagai Media Pembelajaran Pada Simulasi Terjadinya Tsunami.
- Pujiyanta, A., 2009. Pengenalan Citra Objek Sederhana Dengan Jaringan Saraf Tiruan Metode Perceptron. , 3(1), pp.268–277.
- Rohwati, M., 2012. Penggunaan Education Game Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Biologi Konsep Klasifikasi Makhluk Hidup. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1), pp.75–81.
- Rosenblatt, F., 1962. A comparison of several perceptron models. *Self-Organizing Systems*, pp.463–484.
- Semiawan, C.R., 2008. *Semiawan, Conny R. Penerapan pembelajaran pada anak*, Jakarta: PT Indeks.
- Septiyana, R., 2012. *Peningkatan Kemampuan Operasi Bilangan (1-20) Melalui Media Kartu Angka Pada Kelompok B di TK Pertiwi 53 Geblag Bantul Yogyakarta*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sugianto, R.P. & Rostika, D., 2013. Upaya Peningkatan Kemampuan Kognitif Anak Dalam Pengenalan Konsep Biilangan Melalui Permainan Kartu Angka di Taman Kanak - Kanak. *PGPAUD Cibiru*, 1(3).
- Sunyoto, A. & Harjoko, A., 2014. Pengenalan Simbol Jarimatika Menggunakan Orientasi Histogram dan Multi-layer Perceptron. *Citec Journal*, 1(4), pp.326–340.
- Susmikanti, M., 2010. Pengenalan Pola Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan Dalam Analisa CT Scan Tumor Otak Beligna. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI 2010)*.
- Sutikno, W. & Isa, A., 2010. Keefektifan Pembelajaran Berbantuan Multimedia Menggunakan Metode Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Minat dan Pemahaman Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 6, pp.58–62.
- Szeliski, R., 2010. *Computer vision: algorithms and applications*, Springer Science & Business Media.
- Untiasarani, M.Q., 2015. Pembangunan Perangkat Lunak Interaktif Berbasis Markerless Augmented Reality Untuk Pengenalan Hewan Pada Taman Kanak - Kanak. , pp.1–5.
- Wibowo, M.C. & Wirakusuma, S., 2013. Pengenalan Pola Tulisan Tangan Aksara Jawa “Ha Na Ca Ra Ka” Menggunakan Multi Layer Perceptron. , pp.27–32.
- Widya, Y., 2012. Peningkatan Kemampuan Kognitif Melalui Permainan Angka di Raudhatul Athfal Al Muttaqin Kabupaten Agam.
- Wijaya, T.A. & Prayudi, Y., 2010. Implementasi Visi Komputer dan Segmentasi Citra Untuk Klasifikasi Bobot Telur Ayam RAs. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, pp.1–5.
- Wulandari, P.D., Wirya, I.N. & Tirtayani, L.A., 2014. Penerapan Numbered Head Together Berbantuan Media Kartu Angka Untuk Meningkatkan Kemampuan Mengenal Lambang Bilangan Anak. *e-Journal PG-PAUD Universitas Pendidikan Ganesha*, 2(1).