

Uji Anova untuk Menentukan Pixel yang Mempengaruhi Tingkat Akurasi Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation (JST-BP) pada Pembacaan Plat Nomor Mobil

Dony Satriyo Nugroho¹, Pramudi Arsiwi², dan Dewa Kusuma Wijaya³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Nakula 1 no.5-11, Pendrikan Kidul, Kec. Semarang Tengah, Kota Semarang, Jawa Tengah 50131

Email : dony.satriyo.n@dsn.dinus.ac.id, pramudi.arsiw@dsn.dinus.ac.id, dewa.kuja@dsn.dinus.ac.id

Abstrak

Jumlah kendaraan bermotor khususnya mobil di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 24,6 juta unit. Dengan semakin banyaknya kendaraan roda empat tak jarang mengakibatkan antrian panjang pada gerbang tol meskipun sudah menerapkan sistem *e-tol*. Pemerintah berencana untuk mengurangi gerbang tol yang tidak perlu dengan memberlakukan *multilane free flow (MLF)*. *MLF* akan menggunakan deteksi plat nomor kendaraan yang secara otomatis akan melakukan debit ke rekening pribadi pengendara untuk membayar biaya tol. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk membaca plat nomor kendaraan adalah dengan *JST Backpropagation*. *JST Backpropagation* memiliki keunggulan kecepatan proses yang baik, akan tetapi kecepatan proses *JST* dipengaruhi oleh besarnya node pada layer *input JST*. Tidak semua pixel pada citra huruf dan angka memiliki pengaruh atau dapat membedakan huruf satu ataupun angka yang satu dengan yang lainnya, sehingga hanya akan memperberat *JST* dan memperlambat waktu pemrosesan. Pada penelitian ini menggunakan uji anova diperoleh hasil hanya dengan 311 pixel yang telah dipilih pada huruf dan 218 pixel yang dipilih hasil, tidak memiliki perbedaan dengan hasil akurasi menggunakan 512 pixel awal.

Kata Kunci: *MLF, Plat Nomor, Pixel, Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation, Anova*

Abstract

The number of four-wheeled vehicles in Indonesia increase each year. In year 2019 total it reached 24.6 million units. With the large amount of four-wheeled vehicles, it often caused long queues at toll gates although e-tol system have been implemented. The government plan to decrease unnecessary toll gates by enact Multilane Free Flow (MLF). It will use vehicle license plate detection which will automatically debit the driver's personal account to pay the toll fees. One of methods that can be used to read vehicle license plate was Backpropagation Artificial Neural Network (BP-ANN). Backpropagation ANN's advantage was its good processing speed. However, the ANN speed process influenced by the big amount of node in ANN's input layer. Not all pixels in letters and numbers had effect or could divide letters or numbers of others, so that it would aggravate ANN and increase its processing time. From this study the accuracy result that was tested using anova show no difference between 311 chosen pixel and 512 original pixels for letter BP-ANN, there is also no accuracy difference between 218 chosen pixel and 512 original pixel for number BP-ANN.

Keywords: *MLF, Plate Number, Pixel, Backpropagation Artificial Neural Network, Anova*

PENDAHULUAN

Jumlah kendaraan bermotor khususnya mobil di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 24,6 juta unit yang terdiri dari mobil pribadi, truk, dan bis (Sodiq, 2019). Dengan banyaknya mobil yang bergerak di jalan tidak jarang mengakibatkan kemacetan pada titik-titik tertentu salah satunya ketika kendaraan akan memasuki gerbang tol, walaupun saat ini sistem gerbang tol sudah menggunakan sistem *e-toll*. Untuk mengatasi hal tersebut pemerintah berencana untuk mengurangi gerbang tol yang tidak perlu dengan memberlakukan *multilane free flow (MLF)* yang saat ini masih dalam tahap lelang. Transaksi pada *MLF* tidak akan menggunakan e-tol pada gerbang tol melainkan akan menggunakan deteksi plat nomor kendaraan yang secara otomatis akan melakukan debit ke rekening pribadi pengendara untuk membayar biaya tol (Zuna, 2018).

Salah satu metode yang digunakan untuk identifikasi kendaraan adalah dengan deteksi plat nomor menggunakan JST yang memiliki tingkat kecepatan yang sangat baik, lebih cepat daripada deteksi kendaraan menggunakan sistem tiket akan tetapi akurasi yang dimiliki belum maksimal. Salah satu metode JST adalah metode Backpropagation yang memiliki kemampuan dalam proses *learning* (Salim & Juahari, 2016). Pada penelitian yang dilakukan Solichin dan Rahman (2015) dengan menggunakan metode *learning vector quantization* membutuhkan waktu 11,4 detik untuk mendeteksi satu plat nomor dengan akurasi sebesar 95,32%. Nugroho (2017) menggunakan Jaringan Syaraf tiruan Backpropagation untuk pembacaan plat nomor dengan hasil akurasi sebesar 91,78% dengan waktu 3-5 detik.

Tingkat akurasi dan lamanya pengolahan salah satunya dipengaruhi oleh jumlah node pada input layer, dalam hal ini adalah ukuran *image* huruf dan angka pada plat nomor. Semakin banyak jumlah node inputan (Siang, 2005). semakin baik juga akurasi yang diperoleh, namun juga memberikan waktu pemrosesan yang semakin lama. Pada *image* huruf dan angka tidak semua pixel memberikan pengaruh terhadap tingkat akurasi pembacaan. Misalnya pada *image* huruf C dan G piksel yang menjadi pembeda adalah pixel sebelah kanan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengurangi jumlah pixel yang diduga tidak memberikan pengaruh terhadap akurasi pembacaan plat nomor.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengolahan Citra

Image processing adalah metode pengolahan gambar untuk menghasilkan gambar sesuai dengan harapan dan digunakan untuk memperoleh informasi dari objek yang diawasi (Putri, 2016). *Image* atau citra sendiri adalah sebuah proyeksi secara visual dari suatu benda, lingkungan, dengan kondisinya yang ditangkap oleh indra penglihatan sehingga dapat memberikan gambaran yang mendalam dari sebuah objek. Dalam dunia komputer citra adalah merupakan proyeksi visual dari dunia nyata yang merupakan transformasi dari bentuk rangkaian matrik yang berisi angka numerik.

Citra merupakan fungsi kontinu koordinat dua dimensi x dan y , yang mana x , dan y merupakan koordinat sedangkan $f(x)$ atau $f(y)$ adalah tingkat kecerahan atau derajat keabuan. Sedangkan citra digital adalah citra kontinu yang dirubah menjadi bentuk diskrit untuk koordinat dan juga intensitas cahayanya. Bentuk diskrit dari citra kontinu merupakan elemen terkecil dari suatu citra digital yang disebut juga *picture element* atau *pixel*. Citra digital dibagi menjadi dua jenis, yaitu citra digital dengan bentuk bitmap, dan citra digital dengan bentuk *vector*.

Pengolahan citra secara umum dibagi menjadi empat tahapan, yaitu:

1. *Sampling* dan *grayleveling*
2. *Leveling* dan *reshaping*
3. *Filtering*
4. *Edge detection*

Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan sebuah sistem yang dapat digunakan untuk melakukan pemrosesan informasi yang meniru jaringan syaraf biologi makhluk hidup (Siang, 2005). JST merupakan sebuah generalisasi model matematis dari jaringan syaraf biologi, dimana asumsi-asumsi yang digunakan sebagai berikut:

- a. Informasi pada JST diolah pada neuron (elemen sederhana),
- b. Terdapat penghubung yang mengirimkan sinyal informasi ke antar neuron,
- c. Masing-masing penghubung memiliki bobot yang dapat memperkuat maupun memperlemah sinyal informasi,
- d. Neuron yang terdapat pada JST memiliki fungsi aktivasi yang diberlakukan pada jumlah output dalam menentukan output JST. Keluaran yang dihasilkan oleh layer *output* nantinya akan dibandingkan dengan *threshold* (batas ambang)

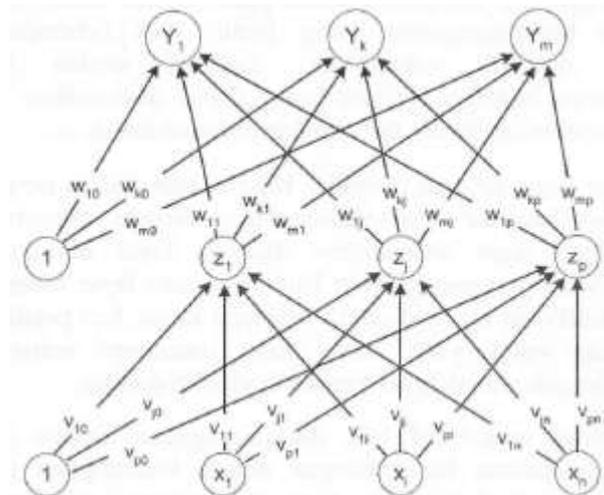
Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation*

Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* mengembalikan kepopuleran JST yang telah meredup dan menjadi jaringan dengan model *supervised learning* yang paling banyak digunakan (Agustin, 2012). Penemuan JST *backpropagation* mampu mengenali pola lebih baik dibandingkan JST dengan layer tunggal. Sama dengan JST pada umumnya Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* melatih jaringannya untuk mengenali pola yang menyerupai pola masukan yang digunakan untuk pelatihan JST

Algoritma yang digunakan pada metode jaringan syaraf tiruan *backpropagation* adalah sebagai berikut (Siang, 2005):

1. Dari lapisan masukan, hitung *output* dari setiap elemen melalui lapisan luar
2. Menghitung tingkat error atau kesalahan pada lapisan luar dengan cara mengurangi nilai target dengan nilai aktual keluaran
3. Mentransformasikan kesalahan dari keluaran tersebut sesuai dengan sisi masukan pada elemen pemroses,
4. Melakukan propagasi balik semua kesalahan atau *error* pada *output* setiap elemen pemroses kepada kesalahan pada elemen masukan, proses diulangi sampai masukan tercapai.
5. Mengubah nilai bobot sesuai dengan kesalahan pada setiap elemen *input* dan *output*.

Berbeda dengan arsitektur yang digunakan pada jaringan syaraf tiruan layer tunggal, pada arsitektur jaringan syaraf tiruan *backpropagation* mempunyai satu atau lebih layer tersembunyi (*hidden layer*) yang terletak diantara layer inputan dan outputan. Gambar 1 adalah gambar arsitektur jaringan syaraf tiruan *backpropagation* dengan 1 buah bias pada layer masukan, 1 layer tersembunyi, dan 1 buah bias pada layer tersembunyi.



Gambar 1. Arsitektur Jaringan *Backpropagation* (Siang, 2005)

Analisis of Variance (ANOVA)

Anova merupakan salah satu uji parametrik yang digunakan untuk mencari perbedaan rata-rata sebuah nilai dari dua kelompok atau lebih. Sebelum melakukan pengujian Anova data dari tiap kelompok haruslah memenuhi asumsi-asumsi tertentu. Menurut Sirait (2001) asumsi yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Individu dari setiap set data diambil secara *random*
2. Distribusi data yang dimiliki oleh masing-masing set adalah normal atau diasumsikan normal
3. Tidak ada variansi yang signifikan pada masing-masing populasi atau sampel data.

METODE PENELITIAN

Pengambilan Data

Pengambilan data kendaraan mobil dilakukan di pintu keluar Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada (UGM) dan mendapatkan 25 mobil keluar dari Fakultas Teknik dengan cara melakan *recording* terhadap mobil yang lewat di pintu keluar Fakultas Teknik UGM menggunakan kamera HP 12 MP.

Pengolahan Citra

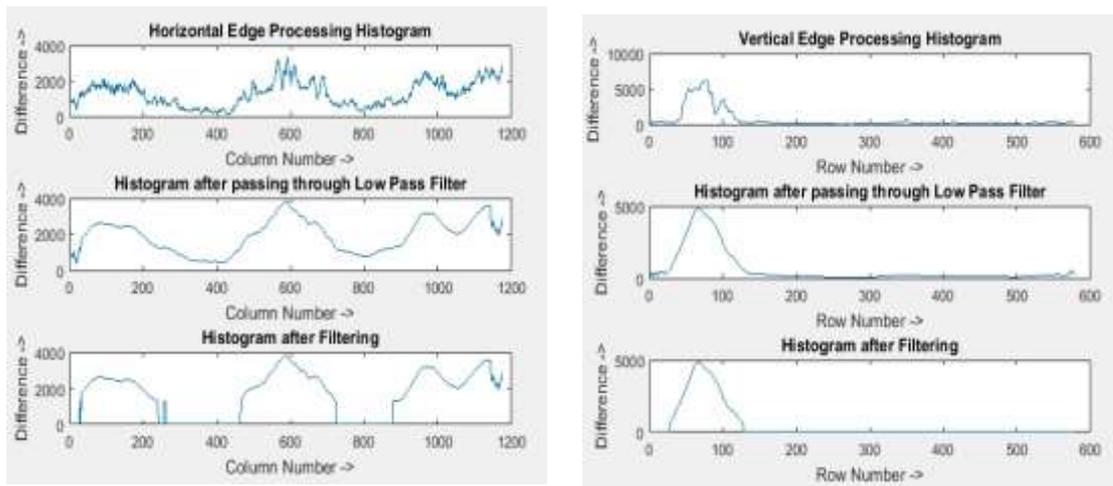
Sebelum dilakukan pembacaan plat nomor kendaraan mobil menggunakan jaringan syaraf tiruan harus dilakukan pengolahan video untuk mengetahui pada *frame* keberapa terdapat mobil yang melawati gerbang keluar Fakultas Teknik UGM.

Setelah dilakukan pengolahan video yang kemudian didapatkan citra mobil, tahap berikutnya adalah pengolahan citra mobil. Pengolahan citra mobil dilakukan untuk mendapatkan dimana letak posisi plat nomor kendaraan mobil. Hal ini dilakukan untuk menghindari huruf dan angka yang bukan merupakan bagian dari plat nomor terbaca oleh sistem.



Gambar 2. Citra Mobil Hasil Kamera

Deteksi lokasi platn nomor kendaraan menggunakan *histogram approach* pada sumbu x (*Horizontal Edge Projection*) dan y (*Vertical Edge Projection*) . lokasi plat nomor kendaraan adalah daerah pada histogram yang memiliki puncak tertinggi pada sumbu x dan sumbu y.



Gambar 3. Histogram Approach Horizontal Projection dan Vertical Projection

Daerah yang memiliki nilai puncak tertinggi pada sumbu x dan sumbu y dilakukan *cropping* sesuai dengan koordinat sumbunya.



Gambar 4. Hasil Crop Plat Nomor

Plat nomor yang telah terdeteksi dibersihkan *noise*-nya. Pembersihan *noise* bertujuan untuk menghilangkan bagian yang bukan bagian dari nomor dan angka plat nomor kendaraan seperti garis tepi plat nomor, angka angka berlaku, maupun cid tra-citra lainnya.



Gambar 5. Plat Nomor Tanpa *Noise*

Plat nomor yang telah berhasil dideteksi akan dicari mana yang huruf dan mana yang angka, karakteristik dari plat nomor kendaraan Indonesia adalah huruf kode wilayah di depan dan belakang, serta angka ditengahnya. Angka dan huruf dipisahkan oleh jarak yang cukup jauh.

Pengolahan Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan yang digunakan pada penelitian ini adalah jaringan syaraf tiruan *backpropagation* baik untuk angka dan huruf. Jaringan *Backpropagation* memiliki jumlah node pada layer input sebanyak 512 node baik pada jaringan *backpropagation* angka maupun jaringan *backpropagation* huruf. Sedangkan node pada *hidden layer* jaringan *backpropagation* huruf memiliki 50 node sedangkan untuk angka memiliki 25 node.

Pelatihan Jaringan-BP dilakukan dengan *input* berupa matriks huruf dan angka yang dirubah dahulu kedalam bentuk biner.

Pembacaan Karakter Plat Nomor Kendaraan

Pembacaan plat nomor dilakukan dengan cara melakukan labeling kepada semua karakter yang ada pada plat nomor. setiap karakter yang diberi label, akan dilakukan *resize* menjadi ukuran 32 x 16 pixel dan dirubah menjadi bentuk biner sesuai dengan jumlah node inputan pada layer JST-BP.

Pemilihan pixel yang Memiliki Pengaruh terhadap tingkat Akurasi JST-BP

Pemilihan pixel dilakukan dengan cara menjumlahkan seluruh matriks huruf dan angka, pixel yang diduga memiliki pengaruh terhadap tingkat akurasi adalah yang memiliki jumlah paling sedikit maupun jumlah paling tinggi, karena artinya pada pixel tersebut ada sebuah pixel yang dimiliki oleh huruf atau angka yang membedakannya terhadap pixel yang dimiliki huruf ataupun angka lainnya. Dari pixel yang terpilih digunakan untuk melakukan pelatihan jaringan *Backpropagation* baru dimana memiliki node *input* yang lebih sedikit tergantung dari jumlah pixel yang diduga memiliki pengaruh terhadap tingkat akurasi jaringan.

Pengujian Pixel Terpilih

Pixel yang terpilih digunakan untuk melatih jaringan-BP. Jaringan-BP baru hasil dari pemilihan pixel digunakan untuk membaca 25 plat nomor mobil. Hasil akurasi yang diperoleh dibandingkan dengan hasil akurasi pembacaan jaringan-BP awal. Masing-masing jaringan dilakukan pengujian sebanyak enam kali. Hasil akurasi tingkat pembacaan diuji menggunakan uji Anova menggunakan bantuan *software* minitab untuk melihat apakah ada perbedaan akurasi atau tidak antara jaringan BP yang memiliki *input* asli 512 node dengan jaringan BP dengan piksel yang sudah dikurangi. Apabila tidak ada perbedaan pada hasil Anova artinya pixel yang baru sudah cukup untuk digunakan dalam pembacaan plat nomor mobil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pixel Baru

Terdapat pixel 1-512 sebagai *input* jaringan BP awal. Pixel terpilih yang digunakan untuk input jaringan syaraf tiruan *Backpropagation* angka berjumlah 289 pixel dan pixel huruf sebanyak 311 pixel. Berikut adalah urutan pixel yang digunakan pada jaringan *Backpropagation* baru:

Pixel Angka

[3,4,5,6,9,10,11,12,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,27,28,29,31,33,34,36,37,41,42,43,44,45,46,47,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,65,66,67,68,69,74,75,76,77,78,79,80,81,95,96,97,97,99,100,101,102,105,106,107,108,109,110,111,112,113,115,116,17,118,119,120,129,130,131,132,133,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,162,163,164,170,172,175,176,177,178,179,181,182,183,187

,194,195,196,198,199,200,201,206,208,209,211,211,212,213,214,215,216,217,218,219,219,220,221,222,223,226,227,228,229,230,231,238,243,244,251,252,253,254,255,257,258,259,260,261,262,270,275,276,279,283,284,285,286,287,289,290,291,292,302,303,304,305,309,319,322,331,332,333,335,336,337,338,339,340,341,342,343,344,345,346,349,350,351,352,357,358,359,360,361,362,362,363,363,364,365,366,367,368,369,370,371,372,373,374,375,376,377,378,381,382,383,389,390,391,393,394,395,396,397,398,413,414,415,421,426,427,428,429,430,431,445,446,448,449,457,458,459,460,461,462,466,480,483,484,485,486,491,492,493,494,495,495,496,496,497,497,498,499,499,500,500,501,502,508].

Pixel Huruf

[32,36,37,38,39,40,41,42,57,58,59,60,61,67,68,69,70,71,72,73,74,75,76,77,78,87,88,89,90,91,92,93,94,98,99,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,118,119,120,121,122,123,124,125,126,128,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,197,198,199,200,201,202,203,204,205,206,207,208,209,210,229,230,231,232,233,234,235,236,237,238,239,240,241,242,248,249,250,251,252,253,254,255,256,261,262,263,264,265,266,267,268,269,270,271,272,273,274,275,276,277,278,279,284,285,286,287,288,294,295,302,303,304,305,306,307,308,309,310,311,312,313,314,315,316,317,318,319,320,326,327,328,333,334,335,336,337,338,339,340,341,342,343,344,345,346,347,348,349,350,351,352,353,363,364,365,366,367,368,369,370,371,372,373,374,375,376,377,378,379,380,381,382,383,384,385,389,390,391,392,393,394,395,396,397,398,401,402,403,404,405,406,407,413,414,415,416,417,418,419,420,421,422,423,424,425,426,427,428,429,430,435,436,437,438,439,445,446,447,448,449,450,451,452,453,454,455,456,457,458,459,460,461,462,463,464,465,466,467,468,469,470,471,477,478,479,480,481,500,501,502,503,507]

Nomor Kendaraan yang digunakan dalam pengujian jaringan syaraf tiruan *Backpropagation* adalah sebagai berikut:

Hasil Akurasi Jaringan Syaraf Tiruan

Pengujian Jaringan Syaraf Tiruan dilakukan terhadap 25 plat nomor kendaraan yang keluar dari Fakultas Teknik UGM. Masing-masing Jaringan Syaraf Tiruan dengan pixel asli dan pixel lama dilakukan pengujian sebanyak 6 kali.

Tabel 1. Plat Nomor Pengujian JST *Backpropagation*

Plat Nomor				
AB 1835 EU	AD 8918 KT	AB 9618 EH	AB 1528 QE	AB 1537 EN
AA 1733 KA	B 1512 FRJ	AB 1481 RE	AB 1757 GN	AB 1258 HN
AB 1369 EA	B 491 D0N	R 8835 ED	AB 1691 TE	AB 1716 KE
B 1015 WKX	AB 1390 SZ	AB 1866 PQ	AB 1107 MN	L 1936 EU
AB 1227 XY	B 100 MAE	AB 1722 EJ	BM 1770 NG	AB 1091 HH

Dari keseluruhan plat nomor yang terdeteksi terdapat 82 karakter huruf dan 97 karakter angka. Tingkat akurasi yang diperoleh dari masing-masing jaringan *Backpropagation* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Akurasi Masing-masing JST

	Angka		Huruf	
	Pixel Terpilih	Pixel Asli (utuh)	Pixel Terpilih	Pixel Asli (utuh)
1	90,72%	90,72%	85,71%	88,78%
2	89,69%	90,72%	86,73%	87,76%
3	89,69%	90,72%	86,73%	86,73%
4	87,63%	92,78%	84,69%	86,73%
5	86,60%	92,78%	85,71%	84,69%
6	93,81%	92,78%	83,67%	79,59%

JST-BP dengan pixel asli maupun pixel terpilih tidak dapat mengenali plat nomor kendaraan yang memiliki kerusakan cukup parah seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Plat Nomor yang Tidak Mampu Dibaca Secara Sempurna oleh JST-BP

Pengujian Anova

Hasil pengujian untuk jaringan *Backpropagation* Angka dan jaringan *Backpropagation* Huruf diuji menggunakan uji *one way* anova dengan $\alpha=5\%$ untuk melihat apakah ada perbedaan antara jaringan *Backpropagation* dengan pixel asli dengan jaringan *Backpropagation* dengan pixel terpilih. Hipotesis pada uji anova adalah:

H0 = Tidak terdapat perbedaan antara akurasi pada kelompok 1 dan kelompok 2

H1 = Terdapat perbedaan antara nilai akurasi kelompok 1 dan kelompok 2

Tabel 3. Hasil Uji *one way* Anova pada JST-BP Huruf

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	9E-06	0,000009	0,01	0,908
Error	10	0,00613	0,000613		
Total	11	0,00614			

S = 0,02475 R-Sq = 0,14% R-Sq(adj) = 0,00%

Tabel 4. Hasil Uji *one way* Anova pada JST-BP Angka

Source	DF	SS	MS	F	P
Factor	1	0,00128	0,001275	3,33	0,098
Error	10	0,00383	0,000383		
Total	11	0,0051			

S = 0,01956 R-Sq = 25,00% R-Sq(adj) = 17,50%

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil pengujian Jaringan-BP huruf diperoleh nilai P sebesar $0,908 > 0,05$ sehingga gagal untuk menolahkan H0. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nilai akurasi JST-BP pixel utuh (asli) dengan JST-BP dengan pixel yang telah dipilih. Sedangkan untuk hasil pengujian Jaringan-BP huruf diperoleh nilai P sebesar $0,908 > 0,05$ sehingga gagal untuk

menolak H₀. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nilai akurasi JST-BP pixel utuh (asli) dengan JST-BP dengan pixel yang telah dipilih.

Baik JST-BP untuk angka dan JST-NP untuk huruf setelah dilakukan uji Anova tidak ditemukan perbedaan nilai akurasi antara JST-BP dengan pixel utuh (asli) dengan JST-BP dengan pixel terpilih saja. Pixel asli huruf dan angka berjumlah 512 pixel, sedangkan pixel angka terpilih berjumlah lebih sedikit yaitu 289 pixel dan pixel huruf terpilih adalah 311 pixel.

Saran

Dengan diketahuinya pixel yang mempengaruhi tingkat akurasi pada pembacaan plat nomor kendaraan akan sangat memungkinkan untuk melakukan modifikasi pixel *input* JST guna meningkatkan akurasi pembacaan JST. Hal tersebut dapat dilakukan dengan melipatgandakan jumlah pixel yang berpengaruh terhadap akurasi dan menghapus pixel yang tidak berpengaruh terhadap tingkat akurasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, M. (2012). Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru pada Jurusan Teknik Komputer di Politeknik Negeri Sriwijaya (Tesis S2) , Semarang (ID), *Universitas Diponegoro*.
- Hanifan, S. (2019). *Jumlah Kendaraan Bermotor di Indonesia 162,3 Juta Unit, Lebih dari Separuh Populasi Manusiannya*, <https://motorisblog.com/jumlah-kendaraan-bermotor-di-indonesia-1623-juta-unit-lebih-dari-separuh-populasi-manusiannya/>, (Online, Accessed: September 28th, 2019).
- Nugroho, D. S. (2017). Otomasi Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Mobil pada Sistem Parkir dan Perhitungan Biaya Berbasis Jaringan Syaraf Tiruan (Tesis S2), Yogyakarta (ID) : *Universitas Gadjah Mada*.
- Putri, A. R. (2016). Pengolahan Citra dengan Menggunakan Web Cam pada Kendaraan Bergerak di Jalan Raya, *Jurnal JIPI*, Vol.1, No.1.
- Salim, R. R. M. & Jauhari. A. S. (2016). Perancangan Pengenalan Karakter Alfabet menggunakan Metode Hybrid Jaringan Syaraf Tiruan, *Jurnal SIFO Mikrosil*, Vol. 17(1), 109-118
- Siang, J. J. (2005). *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya Menggunakan Matlab*, 1st Ed, (diterjemahkan oleh : Andi offset), Yogyakarta : Andi Offset.
- Sirait, A. M. (2001). Analisa Varians (ANOVA) dalam Penelitian Kesehatan, *Jurnal Media Litbang Kesehatan*, Vol XI No 2 P:39-43.
- Solichin, A. & Rahman, Z. (2015). Identifikasi Plat Nomor Kendaraan Berbasis Mobile dengan Metode Learning Vector Quantization, *Jurnal TICOM*, ISSN 2302 – 3252, vol.3, no.3.,
- Zuchri, M. (2020). *Jumlah Motor di Indonesia Separuh Populasi Penduduknya*, <https://www.viva.co.id/otomotif/motor/1129068-jumlah-motor-di-indonesia-separuh-populasi-penduduknya>, (Online, Accessed : March 16th, 2020).