Speed Sensorless Pembaca Kecepatan Motor Induksi 3 Phase Berbasis *Constructive Backpropagation*

Yogi Arrachman[1], Iradiratu Diah Prahmana Karyatanti[2]

Teknik Elekttro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan, Universitas Hang Tuah
Korespondensi: iradiratu@hangtuah.ac.id

Received: Maret 2023; Accepted: Mei 2023; Published: Juli 2023
DOI: https://doi.org/10.30649/je.v5i1.130

Abstrak

Motor induksi banyak dipakai diberbagai jenis industri. Untuk membuat system applikasi menggunakan motor induksi salah satu piranti yang terpenting untuk mengetahui berapa besar kecepatan pada saat itu adalah menggunakan sensor kecepatan. Sensor kecepatan mempunyai beberapa kelemah. *Speed Sensorless* berbasis *Constructive Backpropagation* yang hanya memerlukan masukan arus dan tegangan dirancang untuk mengestimasi kecepatan motor induksi sehingga dapat menggantikan fungsi sensor kecepatan. Algoritma pembelajaran backpropagasi terkonstruksi (*Constructive Backpropagation*) digunakan sebagai metode pembelajaran prototype sensorless. *Speed sensorless* yang hanya memerlukan masukan arus dan tegangan yang nantinya arus dan tegangan itu akan dibaca oleh prototype tersebut, sehingga *prototype* ini nantinya dapat digunakan sebagai pengganti dari sensor kecepatan untuk memperoleh hasil pembacaan putaran motor yang lebih akurat. Hasil dari penelitian ini perbandingan pembacaan kecepatan motor menggunakan *speed sensorless* didapat error persen rata-rata sebesar 0.575%.

Kata kunci: Motor Induksi, *Constructive Backpropagation*, dan *Speed Sensorless*

Abstract

Induction motors are widely used in various types of industries. To make the application system using induction motors one the most important tools to determine how much speed at that moment is to use the speed sensor. The speed sensor has several weaknesses. Speed Sensorless based Constructive Backpropagation which only requires the input current and voltage are designed to estimate the speed of the induction motor so it can replace the function of the speed sensor. The learning algorithm backpropagasi constructed (Constructive Backpropagation) is used as a learning method prototype sensorless. Speed Sensorless which only requires the input current and voltage current and voltage that will be read by the prototype, so this prototype will be used instead of the speed sensor to obtain readings more accurate motor rotation. The results of this study a comparative reading of the motor speed using Speed Sensorless obtained error percent on average by 0575%.

Key words: *Induction Motor, Constructive Backpropagation, and Speed sensorless*

I. PENDAHULUAN

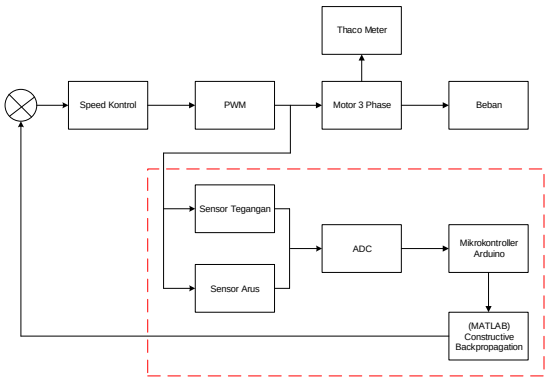
Motor induksi adalah salah satu jenis dari motor-motor listrik yang bekerja berdasarkan induksi elektromagnet. Motor induksi merupakan mesin yang kokoh, andal, dan murah dibandingkan dengan motor DC. Dalam aplikasi motor induksi pada industri diperlukan pengoperasian kecepatan variabel, untuk mendapatkan kecepatan variabel dapat dilakukan dengan sistem loop tertutup oleh karena itu diperlukan sensor kecepatan [1]. Namun sensor kecepatan memiliki kelemahan, seperti susahnya mengukur motor yang besar dan berkecepatan tinggi [2]. Karena kelemahan-kelemahan penggunaan sensor tersebut maka pada penelitian ini akan dirancang suatu prototy pesensorless pembaca kecepatan motorinduksi 3 phasa berbasis *Constructive Backpropagation* yang lebih efektif dan dapat membaca kecepatan motor induksi menggantikan fungsi sensor kecepatan.

Metode kontrol vektor tanpa sensor kecepatan (*speed sensorless vector control methods*) untuk motor induksiberkembang begitu pesat. Dalam aplikasi sistem penggerak, kontrol loop tertutup mempunyai beberapa variabel yang penting yaitu torsi, kecepatan, dan posisi. Untuk memperoleh respon arus yang cepat, sebuah loop torsi akan digunakan untuk sistem pengaturan kecepatan dan posisi dari perubahan tegangan [3].

Pada thesis perancangan *Neural Network Observer* untuk Identifikasi Kecepatan Motor Induksi (Iradiratu, 2003) digunakan *Neural Network Observer* dengan pembelajaran *Constructive Backpropagation* yang merupakan salah satu pengembangan observe yang dapat menunjukkan unjuk kerja yang sangat baik sehingga dalam hasil simulasinya akan diperoleh *error* kecepatan yang sebenarnya dan kecepatan yang diramalkan dapat dijaga dengan interval yang kecil. Pada tugas akhir ini akan digunakan metode yang sama yaitu *Constructive Backpropagation* untuk membaca kecepatan motor induksi 3 phasa. Namun pada tugas akhir ini bukan lagi sebuah penelitian dengan menggunakan simulasi, tetapi akan dibuat sistem secara nyata dengan Hardware yang digunakan untuk membaca kecepatan motor induksi 3 phasa. Hardware yang dibuat dengan menggunakan mikrokontroller yang di hubungkan dengan program Matlab yang telah diprogram dengan *Constructive Backpropagation*.

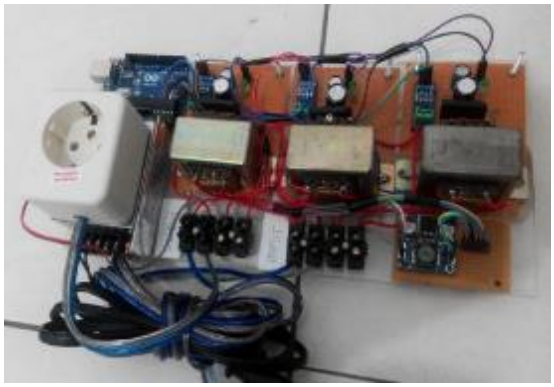
II. METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui hasil dari alat pembaca kecepatan motor tanpa menggunakan sensor kecepatan, maka perlu dilakukan pengujian dan analisa terhadap alat dan program yang dibuat. Sebelum dilakukan pengujian dan analisa tersebut, adapun konfigurasi sistem pada tugas akhir ini akan digambarkan secara umum dengan diagram blok yang ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Gambar 2. Alat Secara Keseluruhan



Gambar 3. *Sensorless* pembaca kecepatan motor induksi 3 phase berbasis *constructive backpropagation*

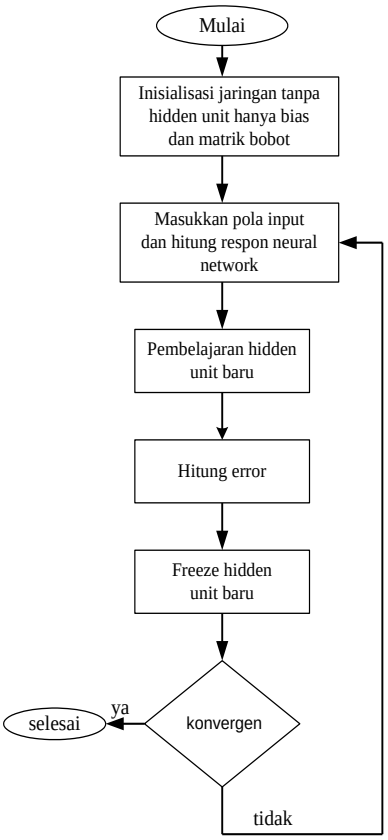
Gambar 1 adalah diagram blok secara umum, namun fokus topik pada tugas akhir ini adalah pada sistem yang diberi tanda kotak warna merah tersebut. Dimana pada tugas akhir ini akan dibuat sistem untuk mengukur atau membaca kecepatan motor induksi 3 phasa tanpa menggunakan alat ukur kecepatan motor yaitu *Tachometer*. Gambar 2 merupakan gambar alat secara keseluruhan. Sedangkan Gambar 3 adalah alat *Sensorless* pembaca kecepatan motor induksi 3 phase berbasis *constructive backpropagation* yang telah dibuat.

Pengukuran atau pembacaan kecepatan dilakukan dengan cara mengamati perubahan tegangan dan arus yang mengalir pada motor 3 phasa ketika motor diberi beban. Pembacaan nilai tegangan dan arus dilakukan oleh sensor tegangan dan sensor arus, kemudian output dari kedua sensor tersebut dihubungkan dengan ADC pada mikrokontroller *Arduino Uno*. Setelah data arus dan tegangan diterima oleh *Arduino Uno*, data tersebut selanjutnya akan dikirim menuju *Matlab* dengan menggunakan komunikasi serial *USB*.

Proses pada *Matlab* adalah mengolah data arus dan tegangan tersebut dengan menggunakan metode *Neural Network Constructive Backpropagation*. Dimana pada proses *Constructive Backpropagation* tersebut data arus dan tegangan tersebut akan dilatih dan dimasukkan pada varibel kecepatan yang didapatkan dari *Tachometer* sebagai acuan pembacaan kecepatan untuk sementara. Setelah proses pelatihan pada setiap beban yang berbeda dilakukan, maka untuk selanjutnya tidak memerlukan *Tachometer* untuk melakukan pengukuran kecepatan, melainkan sistem akan mengingat nilai arus dan tegangan pada setiap perubahan kecepatan yang dipengaruhi oleh beban.

Konfigurasi sistem serta penguraian yang telah dijelaskan diatas, kemudian dilakukan pengujian dan analisa terhadap alat dan program yang dibuat yang meliputi pengujian perangkat keras dan pengujian perangkat lunak, serta pengujian secara keseluruhan.

Constructive Backpropagation



Gambar 4. Diagram alir backpropagasi terkonstruksi

Algoritma dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 4. Algoritma dasar dari backpropagasi terkonstruksi adalah:

1. Inisialisasi:
   Jaringan tidak mempunyai *hidden unit*. Bias pembobot dan hubungan langsung (hubungan *short cut*) dari *input* ke *output* unit setelah pembelajaran pembobot dari konfigurasi inisialisasi adalah tetap.
2. Pembelajaran *hidden unit* baru :
   Menghubungkan *input* ke unit baru (unit baru adalah unit ke-i, i > 0) dan menghubungkan outputnya ke *output* unit. Mengatur semua pembobot yang dihubungkan ke unit baru.
3. Pembekuan (*freeze*) *hidden unit* baru.
   Menetapkan pembobot yang dihubungkan ke unit baru.
4. Pengetesan konvergensi
   Jika jumlah *hidden unit* sekarang menghasilkan solusi yang bisa diterima (konvergen) maka pembelajaran berhenti jika tidak maka kembali ke langkah 2.

Dari rancangan pembuatan alat dan *neural network* di atas, maka terbentuklah sebuah alat *prototype speed Sensorless* dan neural network *constructive backpropagation*. Setelah pembuatan alat *prototype speed Sensorless* dan *neural network constructive backpropagation* selesai, maka akan dilakukan pengambilan data pembelajaran *constructive backpropagation.* Dari data pembelajaran *constructive backpropagation* tersebut akan dilakukan pembelajaran *constructive backpropagation* yang menghasilkan *prototype speed sensorless* berbasis *constructive backpropagation*yang dapat menggantikan *Tachometer*. *Prototype speed sensorless* berbasis *constructive backpropagation* kemudian dianalisis dan diperoleh suatu hasil serta kesimpulan dan saran dari data yang telah dianalisis tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui apakah sistem atau alat yang dirancang bisa berfungsi dengan baik maka perlu diadakan pengujian di lapangan agar bisa dilakukan perhitungan langsung. Pengambilan data didapatkan tiga data yang akan dijadikan acuan dalam pengujian, dan dua diantaranya akan dijadikan data pelatihan untuk *Constructive Backpropagation*. Data pertama yang didapat adalah tegangan dari phasa V2 yang terbaca oleh alat dan *interface matlab*, data yang kedua adalah kecepatan motor yang didapat dari mengukur motor secara langsung dengan menggunakan *tachometer*, dan data yang ketiga adalah *output* frekuensi dari inverter yang digunakan untuk mengatur kecepatan putar motor. Tabel 1 adalah hasil dari pengambilan data.

Tabel 1. Hasil Pengambilan Data Pelatihan Constructive Backpropagation

No	Frekuensi	Tegangan	Kecepatan
1	0	0	0
2	15	26	366
3	25	61	662
4	35	83	956
5	40	94	1075
6	45	106	1245
7	50	115	1025

Dari Tabel 1, nilai tegangan yang berubah terhadap perubahan frekuensi dan putaran motor hanya tegangan pada v2, untuk itu dalam pengambilan data untuk pelatihan hanya menggunakan tegangan pada v2, sedangkan untuk arus yang mengalir tidak dapat terbaca oleh sensor arus karena tegangan keluaran dari v2 tidak lebih dari 200Vac.

Pada perbandingan pembacaan kecepatan putaran motor 3 phasa ini hasil selisih perbandingan tidak terlalu besar, jika selisihnya besar itu terjadi karena sensor tegangan yang digunakan adalah dari transformator bukan dari modul, maka

semakin kecil tegangan yang masuk, semakin kecil perubahan tegangan yang terjadi, semakin banyak juga *error* pembacaannya. Namun *Observer Constructive Backpropagation* masih mampu mengikuti pola kecepatan putaran motor dengan cukup baik maka *Prototype Speed Sensorless* ini layak digunakan untuk mengukur atau membaca kecepatan putaran motor 3 phasa. Hasil perbandingan ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perbandingan Pembacaan Kecepatan Putaran Motor

Frek (Hz)	Tachometer	*Prototype speed sensorless*	Eror
10.0	365 rpm	367 rpm	0,5%
20.0	666 rpm	662 rpm	0,4%
35.0	1081 rpm	1075 rpm	0,5%
45.0	1015 rpm	1025 rpm	0,9%

IV. SIMPULAN

Dari hasil pengujian dan analisa yang telah dilakukan oleh penulis, maka pada tugas akhir ini dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Arus listrik pada system ini tidak dapat terbaca karena sensor yang digunakan adalah sensor arus ACS 712 yang memiliki kekurangan tidak dapat membaca arus listrik AC pada tegangan kurang dari 200Vac.
2. Hasil pembacaan dari *Constructive Backpropagation* sudah cukup baik, karena selisih pembacaann yang tidak terlalu jauh dari hasil pembacaan dengan menggunakan *Tachometer*.

Prototype Speed Sensorless ini dapat menggantikan fungsi *Tachometer* sebagai pembaca kecepatan putaran motor. Terutama untuk pembacaan kecepatan putaran motor yang penempatan motornya sulit dijangkau atau jauh, dan juga motor yang berukuran besar.

V. RUJUKAN

[1] A. Enayati, J. Hemingway, P. Garner, "*Electronic mosquito repellents for preventing mosquito bites and malaria infection (Review),"* Bethesda: The Cochrane Collaboration, 2010.

[2] W. Denny, "Gelombang Ultrasonik Sebagai Alat Pengusir Tikus Menggunakan Mikrokontroller Atmega 8," *Jurnal Teknologi Informatika Dan Terapan,* Vol. 04, No. 01, 2017.

[3] K. A. Tsauqi, "Saklar Otomatis Berbasis *Light Dependent Resistor* (LDR) Pada Mikrokontroller Arduino Uno," *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal),* Vol. V, 2016.

[4] I. D. P. Karyatanti, "Perancangan Neural Network Observer Untuk Identifikasi Kecepatan Motor Induksi," Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2003.

[5] Agus P., "Definisi, Kontruksi, dan Prinsip Kerja Transformator," 2013, (http://elektronika-dasar.web.id/teori-elektronika/definisi-konstruksi-dan-prinsip-kerja-transformator/, diakses 17 April 2015).

[6] A. Muhamad, *"Teknik Kendali Motor Induksi Tiga Fasa,"* Yogyakarta: Graha Ilmu, 2001.

[7] Arduino, "*Schematic Arduino Uno*," 2015, (https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-uno-schematic.pdf, diakses 18 Oktober 2015).

[8] Depokinstruments, "*DI-Smart ACS712-5A (Electric-Current Sensor 5A),"* 2016, (http://depokinstruments.com/2012/09/12/di-smart-acs712-5a-electric-current-sensor-5a/, diakses 27 Oktober 2015).

[9] H. M. Agil, "Estimasi Kecepatan Motor Induksi 3 Phasa Berbeban dengan

Menggunakan Neural Network," Skripsi, Surabaya: Universitas Hang Tuah, 2008.

[10] K. Sri, *"Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan Matlab dan Excel Link,"* Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.

[11] Rahman FZR., *"Motor Induksi 3 Phase,"* 2013, (http://smart-chameleon.blogspot.com/2013/10/motor-induksi-3-phase.html, Diakses 15 April 2015).