

Bidang: Teknik Elektro, Listrik, dan Otomasi

Topik: Sistem kontrol, Aplikasi, dan Instrumentasi Industri

Desain Sistem Pemantauan *Level* Tangki Air menggunakan PLC dan HMI Secara *Real-time* dalam skala laboratorium dan industri

Mohammad Wirandi^{1,2}, M.M. Lanny W. Pandjaitan², Lukas², Deni Saputra¹, Supardi¹

¹Politeknik Industri Petrokimia Banten

²Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

M.wirandi@poltek-petrokimia.ac.id

ABSTRAK

Tangki air diindustri adalah salah satu komponen vital dalam sistem distribusi air yang memerlukan pemantauan kinerja secara *real-time* untuk memastikan efisiensi operasional dan kontinuitas pasokan. Pada tahap penelitian ini nantinya akan mendesain sebuah sistem pemantauan kinerja tangki air menggunakan *Programmable Logic Controller* (PLC) Omron CP2E dengan memanfaatkan sensor yaitu *level* transmitter sebagai parameter utama dan monitoring menggunakan HMI Haiwell. Nantinya sistem yang akan dikembangkan mampu memonitor ketinggian air dalam tangki serta aliran air masuk dan keluar secara *real-time*, memungkinkan deteksi dini terhadap kondisi abnormal seperti *overflow* dan *underfill*. Desain HMI yang dibuat dengan tampilan *user-friendly*, sehingga memudahkan operator dalam pengambilan keputusan cepat dan tepat. Implementasi sistem ini nantinya diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya perawatan, dan meningkatkan keandalan sistem distribusi air.

Kata kunci: Tangki Air, PLC Omron CP2E, Transmitter Ketinggian, Desain Sistem Pemantauan, HMI, Kontrol Industri.

ABSTRACT

Industrial water tanks are critical components of water distribution systems that require real-time performance monitoring to ensure operational efficiency and continuity of supply. In this research phase, a water tank performance monitoring system will be designed using an Omron CP2E Programmable Logic Controller (PLC), which utilizes sensors mainly level transmitters and is monitored via a Haiwell HMI. The developed system will be able to monitor the water level in the tank in real-time as well as the inlet and outlet flow rates, allowing early detection of abnormal conditions such as overflowing and underfilling. HMI design made with a user-friendly display, facilitating fast and accurate decision-making by operators. The implementation of this system is expected to improve operational efficiency, reduce maintenance costs, and enhance the reliability of the water distribution system.

Keywords: Water Tank, PLC Omron CP2E, Level Transmitter, Monitoring Sistem Design, HMI, Industrial-Control.

PENDAHULUAN

Tangki air di sebuah industri merupakan komponen vital dalam sistem distribusi air. Kinerja tangki air yang optimal sangat mempengaruhi efisiensi operasional dan kontinuitas pasokan air yang dibutuhkan dalam berbagai proses industri. Namun, tantangan yang sering dihadapi adalah bagaimana memastikan kinerja tangki air dapat dipantau secara *real-time* sehingga potensi gangguan seperti kelebihan, kekurangan, maupun kebocoran air dapat dideteksi dan diatasi sedini mungkin [1]. Perkembangan teknologi otomasi industri memberikan solusi melalui penggunaan *Programmable Logic Controller* (PLC) [2] dan Human Machine Interface (HMI) yang *friendly* digunakan untuk sistem pemantauan dan pengendalian yang lebih efisien [3]. PLC Omron CP2E dengan kemampuannya yang handal dapat diintegrasikan dengan berbagai sensor seperti *level transmitter* yang digunakan dengan beragam jenis *input*-an, ada yang menggunakan data analog tegangan maupun data

analog arus sebagai parameter utama untuk memantau *level* air [4]. Integrasi dengan HMI Haiwell memungkinkan penyajian data secara *user-friendly*, sehingga memudahkan operator untuk memantau dan mengambil keputusan secara *real-time* [5]. Selain penggunaan perangkat keras HMI, Penggunaan *Software Labview* untuk membuat desain HMI juga bisa dilakukan dengan mengintegrasikan National Instrument Data Acquisition (Ni DAQ), tetapi dalam penelitian yang dilakukan masih dibuat dalam skala laboratorium [6].

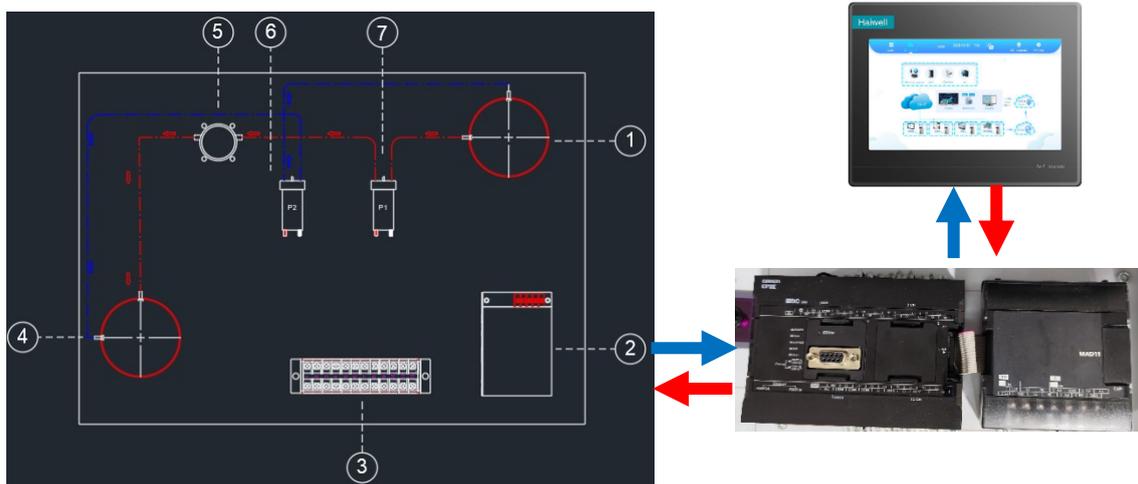
Pada umumnya penelitian pada bidang sistem kendali yang banyak dilakukan yaitu dengan memanfaatkan perangkat arduino untuk dijadikan sebuah kontroller dan sensor yang belum berstandar industrial dalam menjalankan sistem otomasi, sehingga penerapan di industri tergolong minim dikarenakan sistem di industri kebanyakan sudah menggunakan PLC sebagai media antar muka yang berstandar industrial. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah desain sistem pemantauan kinerja tangki air menggunakan PLC Omron CP2E dan HMI Haiwell dengan memanfaatkan *level transmitter*, sistem ini diharapkan mampu memberikan pemantauan kondisi tangki air secara akurat dan responsif. Penerapan sistem ini diharapkan tidak hanya dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya perawatan, tetapi juga meningkatkan kehandalan sistem distribusi air di industri, sehingga kelangsungan proses produksi dapat terjaga dengan baik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan perancangan desain sistem untuk pemantauan kinerja tangki air menggunakan PLC Omron CP2E dan HMI Haiwell. Metode penelitian terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu Hasil desain perangkat keras, Hasil desain perangkat lunak PLC dan HMI serta prosedur pengujian.

1. Desain Perangkat Keras

Tahap awal melibatkan perancangan sistem pemantauan yang mengintegrasikan sensor *level transmitter* sebagai parameter utama untuk memantau *level* air dalam tangki serta sistem kelistrikkannya. Diagram sistem akan dibuat untuk memetakan koneksi antara PLC, sensor, dan HMI. Pemilihan komponen dilakukan dengan mempertimbangkan kompatibilitas dan standar industri dalam skala laboratorium untuk memastikan keandalan sistem.



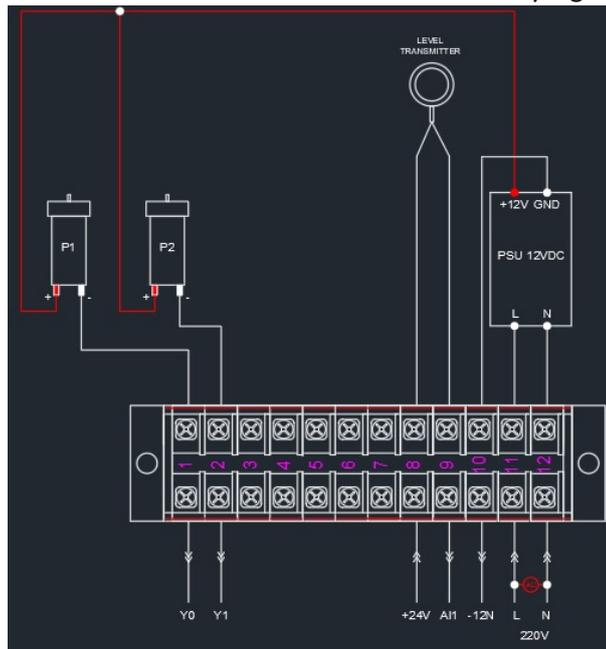
Gambar 1. Perancangan Sistem Hardware

Komponen yang digunakan pada perancangan perangkat keras ini berupa :

- | | | | |
|---|------------------------|---|-----------------------------|
| 1 | Tangki 1 | 6 | Motor Pompa 2 |
| 2 | Power Supply 24V & 12V | 7 | Motor Pompa 1 |
| 3 | Terminal Kabel | - | PLC CP2E With Analog MAD 11 |
| 4 | Tangki 2 | - | HMI Haiwell B7HW |
| 5 | Level Transmitter | | |

Pada gambar 1 menunjukkan sebuah proses komunikasi antara perangkat pemantauan *level* air, PLC, dan HMI. Data bit yang dihasilkan oleh pembacaan *level Transmitter* akan diolah dalam bentuk nilai *floating* oleh PLC yang nantinya proses pembacaan *level* tersebut akan ditampilkan oleh HMI. HMI juga digunakan untuk melakukan pensaklaran dan dapat mematikan keseluruhan sistem menggunakan *emergency stop* yang ada pada desain HMI.

sistem kelistrikan pada perancangan desain ini tergolong sederhana karena hanya membutuhkan tegangan 12V DC untuk mensuplai motor listrik dan untuk *level transmitter* diambil dari referensi 24V PLC yang dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kelistrikan rangkaian sistem pemantauan *level* tangki air menggunakan *level transmitter*

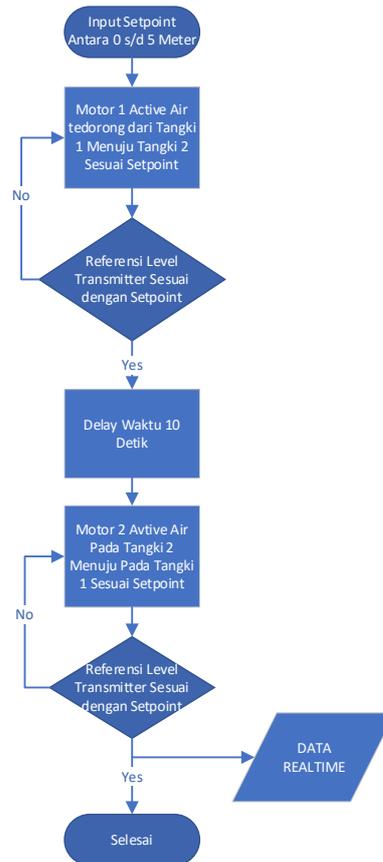
2. Perancangan Perangkat Lunak PLC & HMI

Setelah perancangan *hardware* selesai, langkah berikutnya adalah pengembangan perangkat lunak pada PLC Omron dan HMI Haiwell B7HW menggunakan perangkat lunak desain yang sesuai, untuk PLC omron dapat menggunakan software CX-Designer dan HMI menggunakan *Haiwell Cloud*. Desain yang dirancang nantinya akan digunakan untuk membuat logika pemrograman dan mengolah data *setpoint* serta referensi data analog dari *level transmitter*. Antarmuka HMI Haiwell dikonfigurasi untuk digunakan sebagai *input setpoint*, pemantauan proses, dan menampilkan data secara *real-time* dengan tampilan yang *user-friendly*, memudahkan operator dalam memantau dan mengambil keputusan. Penggunaan Software PLC dan HMI dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Software PLC dan HMI

Dengan metode penelitian seperti pada gambar 4, diharapkan sistem pemantauan kinerja tangki air yang didesain dapat memenuhi kebutuhan referensi industri dalam meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya perawatan, dan menjaga kontinuitas pasokan air untuk proses produksi.



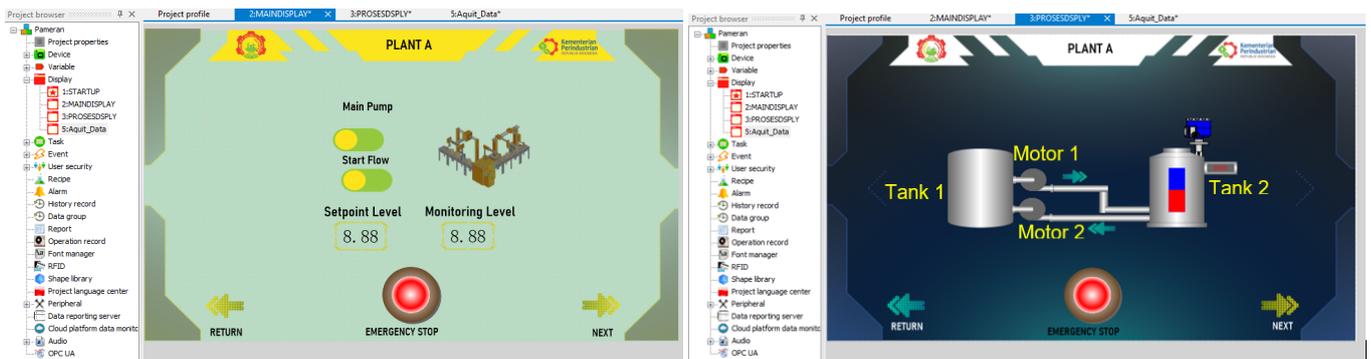
Gambar 4. Blok Diagram Sistem

3. Prosedur Pengujian Sistem

Dapat diilustrasikan dengan tinggi tangki 0 sampai 0,25 Meter dan untuk *input* data analog arus adalah 4 to 20mA serta skala resolusi pembacaan data input analog 0 sampai 6000, jika diilustrasikan Kondisi aliran air tangki 1 ke tangki 2 diisi air setinggi 0.125 Meter maka arus suplai pada saat itu berkisar 12mA atau setara dengan resolusi 3000 dan jika di suplai balik dari tangki 2 ke tangki 1 yang disasikan pada tangki 2 menjadi 0.0625 meter maka arus suplai pada saat itu berkisar 8mA atau setara dengan resolusi 1500. Pada gambar 4. Menunjukkan diagram blok prosedur pengujian sistem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perancangan ini menghasilkan sebuah desain yang bisa digunakan sebagai pengontrolan sistem, perancangan desain terbagi dalam 3 tampilan display yaitu *Main Display*, *Process Display*, dan *Aquisition data*. Gambar 5 menunjukkan desain main display HMI yang dibuat.



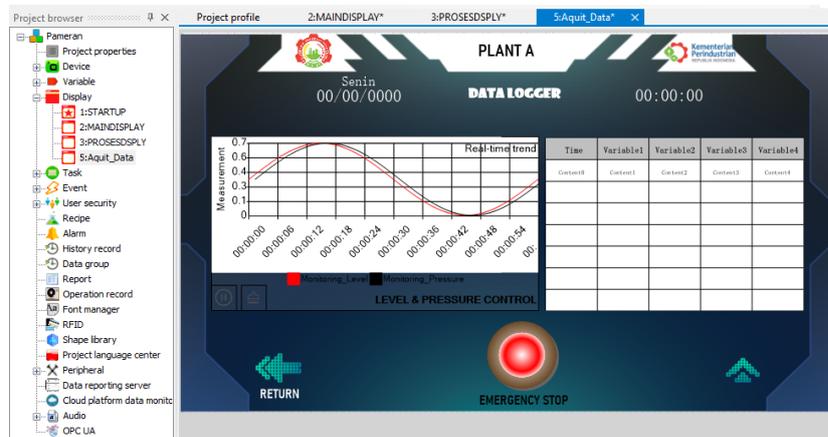
Gambar 5. Tampilan Utama Pengontrolan dan monitoring level air

switch 1 (main pump) digunakan sebagai pensaklar motor 1 dan 2 sedangkan *switch 2 (Start Flow)* Digunakan untuk memulai proses aliran air dari tangki 1 ke tangki 2 sampai dengan proses selesai. *Setpoint* dan *monitoring level* digunakan untuk *input-*

an dan memantau proses yang berjalan.

Gambar 4 juga menunjukkan 2 buah tangki, dan 2 buah motor yang bekerja secara berurutan. Pada saat *start flow* ditekan maka motor satu aktif, air dari tangki 1 menuju tangki 2 dan proses ini akan di baca oleh *flow transmitter* sampai batas *setpoint* yang di tentukan dan proses ini akan *delay* beberapa saat untuk memproses kembali aliran dari tangki 2 ke tangki 1. Analog dari *level transmitter* nantinya akan digunakan sebagai referensi ketinggian *level* air yang di sesuaikan dengan *input setpoint* yang sudah ditentukan sebelumnya.

Keseluruhan proses ini tidak terlepas dari pemantauan secara *real-time* yang didapatkan oleh PLC dari *Level Transmitter* dalam bentuk nilai analog yang membaca ketinggian air dan ditransmitkan ke HMI Haiwell dalam bentuk data hasil *scalling*. Data *scalling* akan menampilkan nilai *floating* yang menghasilkan *real-time data trend* berupa grafik dan *historical data report table*. Gambar 6 menunjukkan desain untuk hasil pembacaan sensor *level transmitter*.

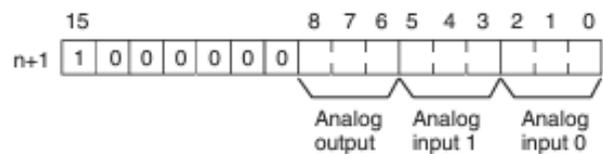


Gambar 6. Pengumpulan data *real-time* dalam bentuk grafik dan nilai analog

Pembahasan

Proses dari pembacaan sensor *level transmitter* diolah pada PLC yang nantinya akan mendapatkan hasil nilai *floating*, sehingga proses *floating* tersebut akan diubah kedalam sebuah rumus sederhana agar bisa mendapatkan nilai rata-rata hasil pembacaan yang berupa data *scalling*. Pertama, yang perlu dilakukan adalah menentukan nilai *range code* yang sesuai dengan spesifikasi modul analog PLC yang akan digunakan dengan tipe Omron CP1W-MAD11, nilai ini berupa nilai 16 bit yang nantinya akan di konversi menjadi nilai HEX agar bisa dibaca oleh PLC, rentang nilai ini berkisar antara 8000 s/d 8100, referensi tersebut dapat dilihat pada gambar 7.

Range code	Analog input 0 signal range	Analog input 1 signal range	Analog output signal range
000	-10 to 10 V	-10 to 10 V	-10 to 10 V
001	0 to 10 V	0 to 10 V	0 to 10 V
010	1 to 5 V/4 to 20 mA	1 to 5 V/4 to 20 mA	1 to 5 V
011	0 to 5 V/0 to 20 mA	0 to 5 V/0 to 20 mA	0 to 20 mA
100	---	---	4 to 20 mA



Gambar 7. Input nilai Bit ke HEX untuk pembacaan perangkat modul analog CP1W-MAD11

Selanjutnya digunakan instruksi *mov* pada PLC untuk membaca nilai analog *level transmitter* sesuai dengan *input* ke pin analog. Hasil pembacaan dari *input* pin analog nantinya akan diubah kedalam bentuk nilai *floating* dengan menggunakan instruksi *FLT*, karena PLC dapat membaca nilai *floating* untuk *input* analog. Setelah proses mendapatkan nilai *floating* selesai maka dibuat sebuah rumus sederhana yang di bentuk kedalam sebuah *function blok diagram* untuk nantinya dilakukan *scalling* dari parameter-parameter yang sudah ditentukan.

Parameter ini dapat diilustrasikan sebagai referensi agar pembacaan sensor sesuai dengan kondisi *real-time* kondisi tersebut berupa nilai resolusi yang diubah kedalam nilai arus yang akan dijadikan sebagai referensi *input-an* dengan parameter 4mA(0000), 8mA(1500), 12mA(3000), 16mA(4500) dan 20mA(6000), Nilai tersebut dapat diolah oleh *function block scalling* kedalam bentuk rumus sederhana yaitu :

$$\frac{\text{Nilai Maksimum Resolusi} - \text{Nilai Minimum Resolusi}}{\text{Nilai Maksimum Analog} - \text{Nilai Minimum Analog}} = K1 \quad (1)$$

$$\text{Data Real LT} - \text{Nilai Minimum Analog} = K2 \quad (2)$$

$$\frac{K2}{K1} = \text{Hasil Scalling} \quad (3)$$

Hasil Scalling nantinya akan dijadikan referensi untuk kondisi motor bekerja dalam mengisi dari tangki 1 ke tangki 2 atau sebaliknya, sehingga nantinya data *input* analog yang berasal dari *level transmitter* tersebut seharusnya bisa sesuai dengan *setpoint* yang diberikan. Data ini nantinya akan ditampilkan kedalam bentuk grafik maupun numerikal pada HMI.

Pada dasarnya penggunaan HMI Haiwell dapat digunakan juga sebagai perangkat SCADA, perbandingan dengan perangkat HMI yang lain tentu tidak terlepas dari faktor harga unit dan juga fitur *Internet of Things (IoT)* pada HMI itu sendiri. HMI haiwell yang tergolong lebih murah dan juga mempunyai fitur yang lengkap seperti *support IoT* dan *free cloud*, sehingga bagi para *engineer* dapat memaksimalkan sebuah solusi praktis dalam penggunaan di bidang pengontrolan dan monitoring sistem dari jarak jauh.

KESIMPULAN

Desain Sistem Pemantauan *level* Tangki Air Menggunakan PLC dan HMI Secara *Real-Time* dapat diimplementasikan dalam penelitian ini. Desain ini juga sudah diuji coba dan mendapatkan hasil yang sesuai dengan kondisi yang di harapkan. Referensi *input* analog dari *level transmitter* yang dikonversi kedalam bentuk program PLC dan dilakukan scalling untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan model matematis, sehingga penggunaan desain ini nantinya dapat diterapkan bukan hanya skala lab tetapi bisa digunakan juga dalam skala industri. Pada penelitian ini dibuat juga sebuah ilustrasi pada saat sensor mendapatkan *input setpoint* ketinggian air sebesar 0.125 meter, maka motor pompa 1 akan berhenti untuk melakukan pengisian tangki pada *setpoint* tersebut, dengan asumsi 0.125 meter sama dengan *input* arus sebesar 12mA± dan dengan pembacaan pada skala 3000±. Selanjutnya motor akan berhenti selama beberapa saat selanjutnya akan di alirkan kembali menggunakan pompa 2 ke tangki 1 dengan asumsi tangki 2 disisakan menjadi 0.0625 meter maka arus suplai berkisar 8mA± Atau Setara dengan resolusi 1500±. Penggunaan model matematis yang dijabarkan dapat diaplikasikan kedalam bentuk *function block* dan tidak terbatas hanya pada perangkat PLC omron saja tetapi bisa untuk perangkat PLC yang lainnya yang membutuhkan pembacaan input analog. Pada prakteknya desain yang dibuat tentunya harus menggunakan perangkat keras yang berstandar industrial, agar pembacaan data analog juga bisa lebih presisi dan konsisten.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. K, Modern Control Engineering (5th ed), Prentice Hall, 2010.
- [2] O. Corporation, CP2E Series Programmable Controllers User's Manual, Omron, 2019.
- [3] H. Technology, Haiwell HMI Programming Manual, Haiwell, 2019.
- [4] D. Santoso, "Implementasi Sensor Level Transmitter pada Sistem Otomasi Tangki Air," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 12-19, 2017.
- [5] F. Petruzella, Programmabel Logic Controllers (5th ed), McGraw-Hill Education, 2016.
- [6] h. haryanto dan a. w. r. putra, "Sistem Kendali Dan Monitoring Level Air pada Dua Tangki Menggunakan NI DAQ," dalam *Seminar Nasional Teknik Elektro Sunan Gunung Djati*, Bandung, 2018.