

PERANCANGAN ALAT *NITROGEN ANALYZER* SEBAGAI DETEKTOR NITROGEN PADA BAN KENDARAAN BERMOTOR

Budi Yasri ^{a)}, Syifa Afifa ^{b)}, Triana Rahmawati ^{c)}, dst

Program Studi D III Metrologi dan Instrumentasi, Akademi Metrologi dan Instrumentasi, Kementerian Perdagangan Republik Indonesia. Jalan Daeng M. Ardiwinata km 3,4 Cihanjuang, Parongpong, Bandung Barat 40559

E-mail: a) budiyasri@yahoo.com, b) fafhyafi@gmail.com, c) trianarahmawati2@gmail.com

Informasi Artikel

Diterima pada tanggal
dd/mm/yy

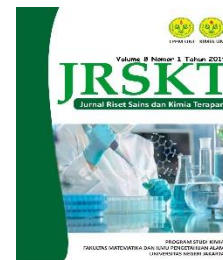
Direvisi pada tanggal
dd/mm/yy

Diuupload pada tanggal
dd/mm/yy

Abstrak

Nitrogen Analyzer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur kadar nitrogen pada suatu tempat yang akan diuji. Dalam hal ini pengukuran kadar nitrogen dilakukan untuk mengetahui bahwa depot pengisian gas nitrogen pada kendaraan bermotor mengisi udara gas berupa nitrogen secara murni. Pengukuran dengan *Nitrogen Analyzer* ini bertujuan untuk mengawasi dan melindungi konsumen terhadap transaksi jual beli gas nitrogen pada ban kendaraan yang menggunakan generator nitrogen, biasanya terdapat di SPBU. *Nitrogen Analyzer* yang akan dibuat menggunakan sensor oksigen untuk mendapatkan nilai kadar oksigen, kemudian mengalkulasi kadar gas nitrogennya dengan asumsi udara yang ada hanya oksigen dan nitrogen. Prinsip kerja prototipe *nitrogen analyzer* adalah mendeteksi keberadaan oksigen yang mengubah sistem ideal pada sensor menjadi suatu sinyal tegangan. Sinyal tegangan keluaran dari sensor memiliki orde kecil sehingga diperlukan rangkaian amplifikasi untuk menguatkan sinyal keluaran tersebut agar dapat dibaca oleh mikrokontroler Arduino Uno. Mikrokontroler akan mengubah sinyal tegangan menjadi output digital berupa biner, kemudian dapat ditampilkan menjadi besaran nitrogen yang diperoleh dengan perhitungan 100% dikurangi kadar oksigen yang diperoleh. Pada program diatur supaya angka yang muncul merupakan kadar nitrogen. Penampilan kadar nitrogen ditampilkan pada LCD sebagai antarmuka penyampaian pengukuran kadar nitrogen dengan user. Penambahan penunjukkan pengukuran lainnya seperti pengukuran besaran suhu dan tekanan berfungsi sebagai parameter penunjang kegiatan pengujian agar didapatkan hasil yang optimal. *Nitrogen Analyzer* yang dibuat diuji berdasarkan respon karakteristik dinamik sensor dengan hasil akhir alat ini dapat membedakan keberadaan antara udara bebas dengan gas nitrogen dan hasilnya cukup baik karena sudah menunjukkan perubahan yang signifikan dan berfungsi sesuai dengan apa yang diharapkan. Oleh sebab itu, *nitrogen analyzer* ini dapat digunakan pada bidang pengawasan transaksi jual beli nitrogen pada ban kendaraan di depot pengisian SPBU, dengan pengembangan sistem dan metode pengujian yang lebih baik.

Kata kunci: Chamber, Gas Nitrogen, Pengukuran, Sensor Oksigen



Abstract

Nitrogen analyzer is an instrument used to measure nitrogen levels in a place (chamber). This case the measurement of levels of nitrogen conducted to determine that gas filling depot nitrogen on motor vehicles fills the air in form of purely. The measurement of nitrogen analyzer is intended to supervise and protect consumers against transaction nitrogen gas on the tires of vehicles which use the generator, nitrogen there is to be well known at gas stations. Nitrogen analyzer that will be made using oxygen sensor to gain value, oxygen levels then to calculate levels of nitrogen compartment gas assuming the air that is just oxygen and nitrogen. The working principle of prototype nitrogen analyzer is to detect the existence of the oxygen that changed the ideal to censorship to be voltage signal. A signal an output voltage is from a sensor to having small order era leading to the need for the series of amplification forward in the strengthened debt the output signal ten more so the term can be read by microcontroller Arduino Uno. Microcontroller are going to change a signal voltage become of the output to the in the form of binary digital, then can be displayed become the percentage of nitrogen offered for its shares with an amount of 100% minus levels percentage of oxygen. The calculation of the number nitrogen levels would be transferred into another interface that displayed in LCD so than user can also get the measurement calculation of the number nitrogen levels. Another parameters of measurements are temperature and pressure serves that supporting testing for the optimal results. Nitrogen analyzer made tested based on response characteristic dynamic sensor by outcome would know the between the air free with gas nitrogen and the result is quite good because it showed changes significant and serves all expected. Therefore, nitrogen analyzer can serve in of supervision transaction nitrogen for the vehicles in charging stations depot, system development and better test methods.

Keywords: Chamber, Measurement, Nitrogen Gas, Oxygen Sensor

1. Pendahuluan

Transportasi merupakan suatu hal yang penting pada zaman sekarang ini. Kebutuhan transportasi di dalam negeri terus meningkat, seiring bertumbuhnya jumlah penduduk setiap tahun. Kenyamanan berkendara tentunya menjadi salah satu kebutuhan dalam bertransportasi. Salah satu faktor yang menentukan kenyamanan itu adalah kondisi ban kendaraan. Ban merupakan bagian penting dari kendaraan darat karena digunakan untuk mengurangi getaran yang disebabkan ketidakrataan permukaan jalan, melindungi roda dari aus dan kerusakan, serta memberikan kestabilan antara kendaraan dan tanah untuk meningkatkan percepatan dan mempermudah pergerakan. Persyaratan ban agar bisa digunakan dengan baik adalah ban harus diisi dengan suatu gas[1].

Gas yang paling baik untuk pengisian ban adalah gas nitrogen. Gas ini merupakan gas udara murni

yang sudah tersaring dan tidak memiliki kandungan uap air di dalamnya. Kadar nitrogen memiliki keunggulan untuk suatu ban sebesar 95%. Berbeda halnya bila diisi dengan udara karena udara mengandung gas nitrogen (N_2) sebesar 79%, oksigen (O_2) sebesar 20% dan zat lainnya 1%. Keunggulan menggunakan gas nitrogen pada ban kendaraan adalah ban menjadi lebih awet atau tidak mudah kempes sehingga periode pengisian ulang angin untuk ban menjadi lebih sedikit, dengan kata lain lebih hemat bagi konsumen, tekanan ban tetap stabil, daya cengkram di aspal lebih kuat, hemat BBM karena laju kendaraan terasa lebih ringan menggunakan ban berisi nitrogen, tidak perlu takut ban meledak di jalan akibat adanya proses pemuain dan yang terpenting adalah keselamatan lebih terjamin karena kenyamanan dalam berkendara terjangkau [1].

Depot pengisian gas nitrogen untuk ban kendaraan keberadaannya cukup banyak di Indonesia, namun pengawasan terhadap transaksi ini belum diatur dalam peraturan perundang-undangan perlindungan konsumen mengenai transaksi jual beli gas nitrogen untuk ban kendaraan. Hal ini sering dimanfaatkan sebagai penipuan oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab seperti halnya contoh kasus menjual angin biasa yang diklaim sebagai gas nitrogen [1]. Untuk itu perlu dibuat suatu alat yang dapat mendeteksi kadar nitrogen dalam ban. Alat tersebut juga perlu diintegrasikan dengan mikrokontroler agar dapat digunakan secara efektif dan efisien dalam pembacaan kadar nitrogen tersebut. Berdasarkan uraian di atas, karena minimnya regulasi yang mengatur tentang keberadaan depot penyedia atau isi ulang gas nitrogen pada ban kendaraan, maka dibuat suatu alat yang dapat mendeteksi kadar nitrogen. Sehingga teretuslah ide untuk membuat tugas akhir dengan mengangkat tema dengan judul “Pembuatan Prototipe Nitrogen Analyzer Sebagai Pendeteksi Kadar Nitrogen pada Ban Kendaraan”.

2. Metodologi Penelitian

Nitrogen analyzer merupakan suatu alat yang digunakan untuk menganalisa dan mengkuantifikasi kadar nitrogen (N_2) yang terkandung dalam suatu kolom udara. Nitrogen analyzer umumnya digunakan sebagai peralatan laboratorium maupun instrumen lapangan [1].

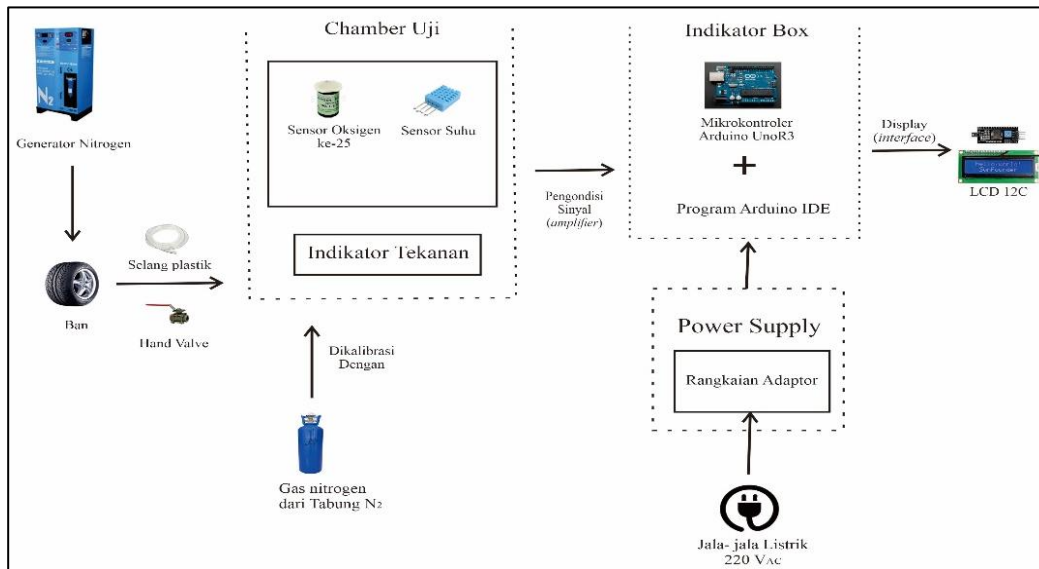
Pembuatan alat nitrogen analyzer menggunakan sensor oksigen dengan mendeteksi kadar oksigen yang berada di dalam chamber uji. Kondisi chamber diasumsikan hanya terdapat dua jenis gas yakni oksigen dan nitrogen. Sehingga kadar nitrogen didapatkan sesuai persamaan berikut ini

$$N_2 (\%) = 100\% - O_2 (\%)$$

Sensor oksigen tersebut bekerja tanpa memerlukan tegangan input, Dalam hal ini mengakibatkan tegangan keluaran yang dihasilkan untuk mengkuantifikasi jumlah oksigen bernilai sangat kecil (orde millivolt). Tegangan output dari sensor masuk ke rangkaian amplifier untuk menguatkan sinyal tegangan supaya data tegangan dapat diolah oleh mikrokontroler. Lalu data tegangan dikonversikan dalam kadar dengan satuan persen (%), kemudian data pengukuran ditampilkan pada LCD.

Prototipe alat ukur kadar gas utama pada ban kendaraan adalah suatu alat yang mendeteksi komposisi penyusun suatu gas dalam suatu ruang yang dinyatakan dalam bentuk kuantitatif dalam satuan kadar dalam bentuk presentase (%). Komponen penyusun prototipe yang dibuat terdiri dari chamber uji yang didalamnya terdapat sensor oksigen KE-25 dan sensor DHT11, chamber indikator tekanan, indicator box yang di dalamnya terdapat rangkaian adaptor sebagai catu daya, mikrokontroler Arduino Uno, rangkaian amplifier hingga indikator berupa LCD I2C 2x16, dan komponen penunjang lainnya.

Mikrokontroler Arduino Uno menerima output tegangan dari keluaran amplifier yang terintegrasi dengan sensor oksigen, yang besar skalanya menjadi (0-5) V. Input tegangan ini diinterpolasi untuk menghasilkan besar kadar oksigen dengan persamaan berikut



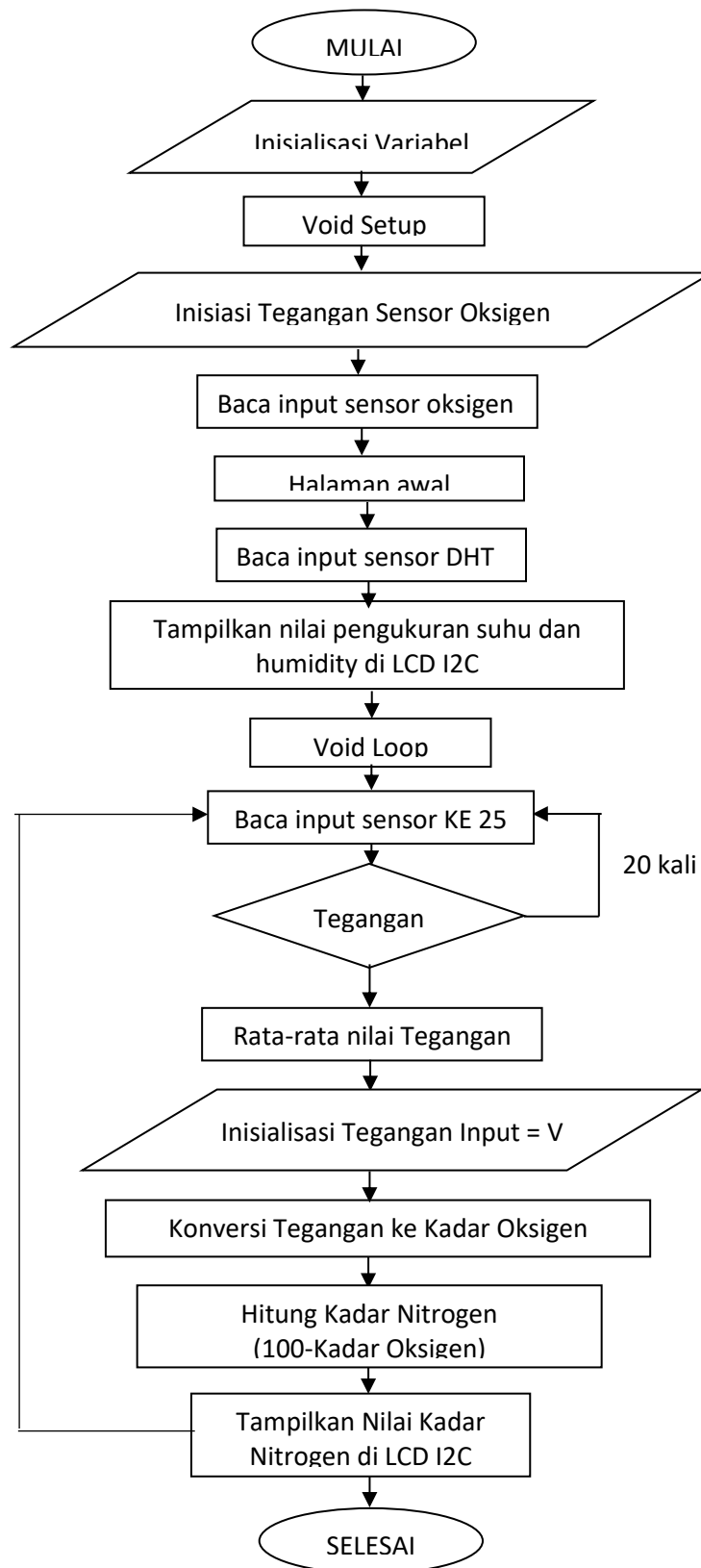
GAMBAR 1. Prinsip Kerja Prototipe *Nitrogen Analyzer*
 Sumber: Dokumen Pribadi

$$\frac{(Tegangan\ input - 0)}{(5 - 0)} = \frac{(Kadar\ Oksigen - 0)}{(100 - 0)}$$

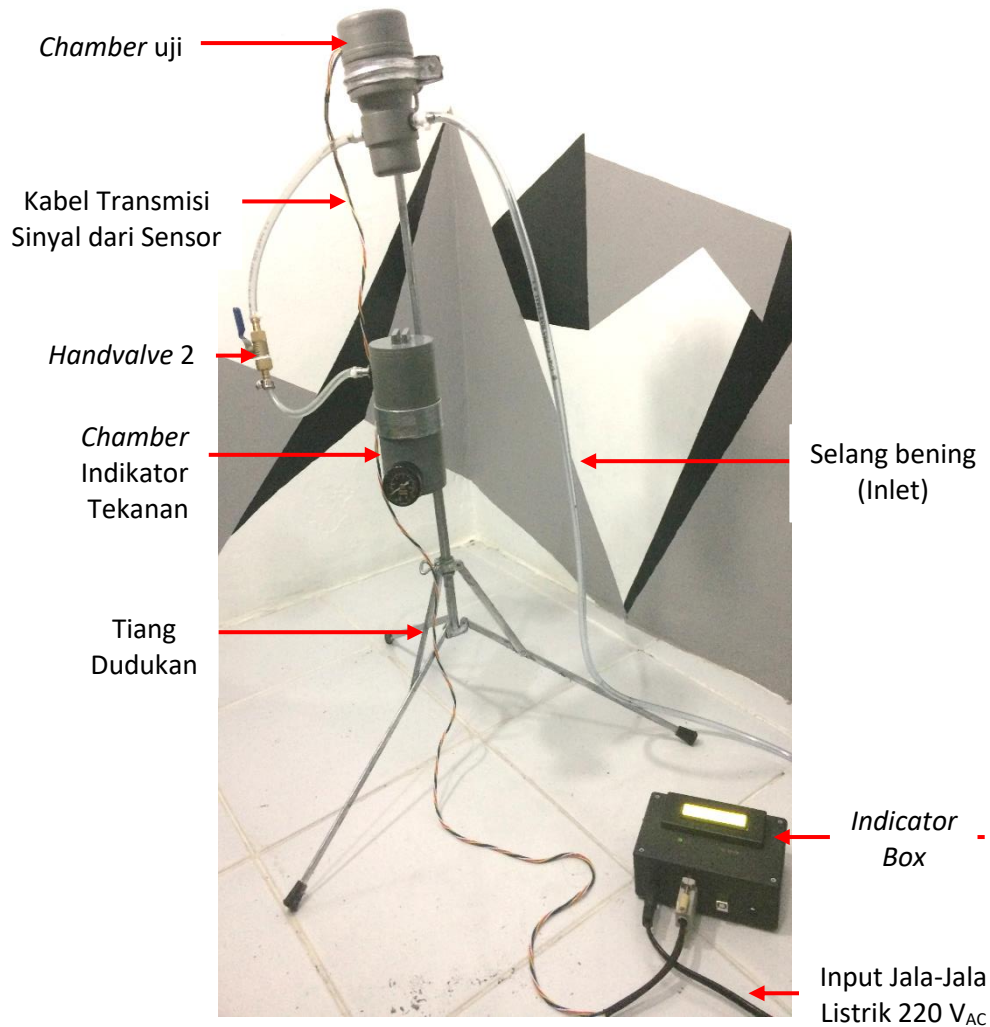
$$Kadar\ Oksigen = 20 \times Tegangan\ Input$$

Setelah didapatkan kadar oksigennya, untuk perhitungan kadar nitrogen berdasarkan asumsi kandungan gas di udara hanya oksigen dan nitrogen menggunakan persamaan 1. Kemudian nilai kandungan nitrogen ditampilkan pada LCD I2C 2x16 yang dihubungkan secara serial dengan Arduino Uno. Flow chart sistem algoritma program mikrokontroler Arduino Uno prototipe prototipe alat ukur pendeteksi komposisi kadar gas utama pada pengisi ban kendaraan ini terdapat pada **GAMBAR 2**.

Program coding untuk menjalankan fungsi algoritma program mikrokontroler Arduino Uno prototipe prototipe alat ukur pendeteksi komposisi kadar gas utama pada pengisi ban kendaraan.



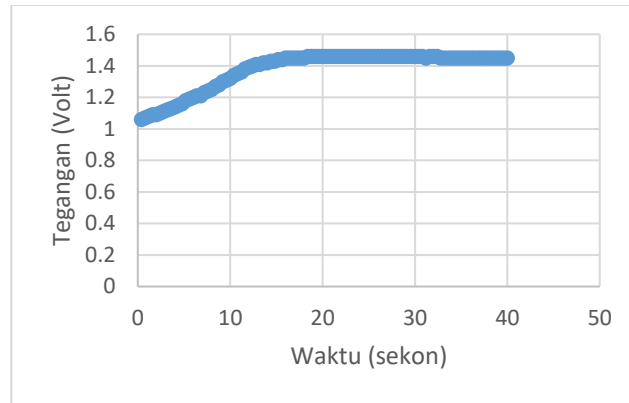
GAMBAR 2. Algoritma Progam Arduino UNO Pada Perancangan Alat Nitrogen Analyzer Sebagai Detektor Nitrogen Pada Ban Kendaraan Bermotor



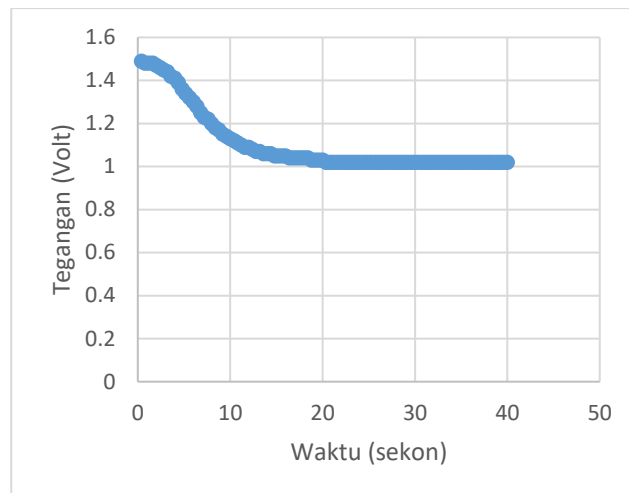
GAMBAR 3. Prototipe *Nitrogen Analyzer*
Sumber: Dokumen Pribadi

3. Hasil dan Pembahasan

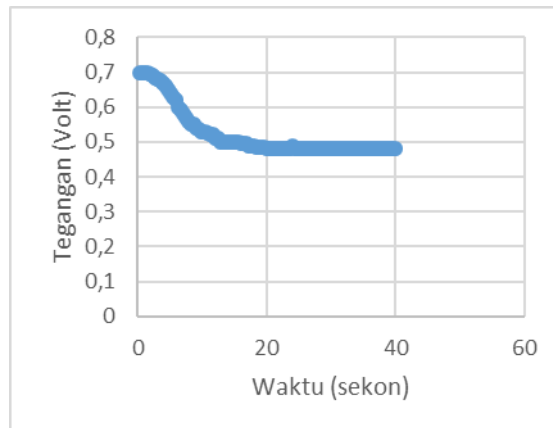
Berdasarkan data hasil pengukuran tegangan setelah dilakukan regresi linier berdasarkan grafik tersebut, didapat hubungan persamaan $y = -19,442x + 99.304$ dan nilai koefisien determinasi (R^2) adalah 0,9967, sehingga didapat nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0,9982. Syarat suatu fungsi persamaan dinyatakan linear apabila memiliki nilai koefisien korelasi lebih dari 95% grafik sudah bisa dikatakan linear karena nilai $R > 95\%$, yakni sebesar 99,82%, juga memiliki nilai gradien negatif yang artinya kedua parameter ini berhubungan dan berbanding terbalik. Apabila output sinyal dari amplifier nilainya naik maka nilai kadar nitrogen yang didapatkan turun.



GAMBAR 4. Grafik Hubungan Tegangan Keluaran dengan Waktu (Input Tekanan Naik)



GAMBAR 5. Grafik Hubungan Tegangan Keluaran dengan Waktu (Input Tekanan Turun)



GAMBAR 6. Grafik Hubungan Tegangan Keluaran Terhadap Waktu (Input Sampel Gas Nitrogen dari Depot Pengisian Nitrogen SPBU)

TABEL 1. Perhitungan Parameter yang Berkaitan dengan Karakteristik Dinamik

Parameter	Kondisi	t (sekon)
t steady state	(100%)	20
Respon time	(95%)	19

Time constant	(63,2%)	12,64	
Rise time	(10%)	2	16
	(90%)	18	
Settling time	(98%)	19,6	

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengolahan data maka dapat dianalisis Hasil penunjukkan prototipe menunjukkan hasil pengujian grafik hubungan tegangan keluaran dengan waktu input tekanan naik dan input tekanan turun dengan menggunakan udara bebas. Ketika input naik dilakukan kenaikan tekanan dari 10psi – 30psi, Hasilnya adalah diambil 100 data dengan selang waktu masing-masing 0,4 sekon dengan data pertama menunjukkan kadar nitrogen 78,8% pada saat tegangan output 1,06 Volt setelah dilakukan amplifikasi dan data saat mencapai keadaan steady state menunjukkan kadar nitrogen 71% pada saat tegangan output 1,45 Volt setelah dilakukan amplifikasi. Begitu pula untuk input tekanan turun dengan dilakukan penurunan tekanan dari 10psi – 30psi, data pertama menunjukkan kadar nitrogen 70,2 % pada saat tegangan output 1,49 Volt setelah dilakukan amplifikasi dan data saat mencapai keadaan steady state menunjukkan kadar nitrogen 79,6% pada saat tegangan output 1,02 Volt setelah dilakukan amplifikasi. Grafik tersebut merupakan grafik respon atau perbandingan output terhadap input dengan melihat perubahan sinyal per waktu. Dari grafik ini dapat dikatakan bahwa sensor KE-25 memiliki karakteristik orde satu dimana sensor perlu waktu untuk mencapai keadaan steady state (harga konstan) tanpa adanya respon yang beresilasi maupun overshoot pada sistem.

Hasil penunjukkan prototipe dapat dilihat pada yang menunjukkan hasil pengujian grafik hubungan tegangan keluaran dengan waktu dengan menggunakan gas nitrogen. Hasilnya diambil 100 data dengan selang waktu masing-masing 0,4 sekon dengan data pertama menunjukkan kadar nitrogen 86% pada saat tegangan output 0,70 Volt setelah dilakukan amplifikasi dan data saat mencapai keadaan steady state menunjukkan kadar nitrogen 90,4% pada saat tegangan output 0,48 Volt setelah dilakukan amplifikasi. Gas nitrogen yang diambil dari tabung gas nitrogen pada depot pengisian nitrogen di SPBU dijadikan sebagai standar. Dari hasil percobaan ini didapatkan bahwa ada perbedaan hasil antara gas nitrogen dan udara bebas sehingga dapat dikatakan bahwa prototipe nitrogen analyzer berfungsi sesuai dengan yang diharapkan, dengan kadar nitrogen mencapai lebih dari 90%. Namun, angka tersebut juga belum mencapai maksimum di titik 100% untuk menyatakan bahwa gas yang diuji merupakan gas nitrogen murni karena standar yang dipakai belum diketahui secara pasti kemurniannya. Selain itu, disebabkan oleh faktor internal prototipe seperti sensor yang sudah berumur tiga tahun sejak pembelian mengakibatkan penurunan performa dari tingkat linearitas sensor. Berdasarkan informasi dari datasheet sensor oksigen KE-25 ini akan bertahan selama lima tahun, dan performanya akan terus menurun seiring bertambahnya waktu, yang mengakibatkan tidak linearnya output sensor terhadap input oksigen yang dideteksinya. Jalur transmisi sinyal dari sensor ke rangkaian pengondisi sinyal (amplifier circuit) yang cukup panjang mengakibatkan timbulnya drop tegangan pada saat sinyal tegangan ditransmisikan sehingga terdapat nilai kesalahan dari pengukuran karena adanya efek pembebanan pada prototipe nitrogen analyzer ini. Perhitungan parameter karakteristik dinamik pada Tabel 4.5 maka prototipe nitrogen analyzer maka dapat ditentukan waktu untuk mencapai kondisi steady state adalah 20 sekon, respon time atau kondisi mencapai 95% adalah 15 sekon, time constant atau konstanta waktu 12.64, rise time atau waktu yang dibutuhkan untuk naik dari 10% hingga 90% atau 95% dari nilai steady state-nya adalah 16 sekon dan settling time atau waktu ketika kondisi 2% sebelum mencapai keadaan steady state adalah 19.6 sekon. Karakteristik statik yang dilakukan perhitungan adalah pada DHT11. Dari Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa rata-rata nilai suhu 26oC dan rata-rata nilai kelembaban 50%, standar deviasi 0 dan nilai presisinya 100%.

Perhitungan kebocoran ruang uji dilakukan dengan menggunakan tekanan 1 atm dan dengan menggunakan tekanan 15 psi. Metode yang dilakukan adalah dengan menguji tegangan keluaran dari sensor, apabila tegangan keluaran yang didapatkan berubah-ubah atau menurun maka dapat dipastikan chamber uji mengalami kebocoran. Nilai tegangan keluaran yang dihasilkan dari detik ke-0 sampai dengan detik ke-90

dan dilakukan 5 kali seri pengulangan pengukuran tidak terjadi perubahan tegangan, maka dapat disimpulkan bahwa chamber uji tidak mengalami kebocoran.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengerjaan dan pengujian yang dilakukan pada proyek akhir ini, didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Sensor dapat merespon input berupa gas nitrogen dari sebelumnya berupa udara bebas (respon time) dalam waktu 18 sekond.
- b. Prototipe nitrogen analyzer dibuat menggunakan transduser dengan sensor oksigen yang memiliki karakteristik dinamik orde satu dengan parameter karakteristik dinamik antara lain, waktu untuk mencapai kondisi steady state adalah 20 sekond, respon time atau kondisi mencapai 95% adalah 15 sekond, time constant atau konstanta waktu 12.64, rise time atau waktu yang dibutuhkan untuk naik dari 10% hingga 90% atau 95% dari nilai steady state-nya adalah 16 sekond dan settling time atau waktu ketika kondisi 2% sebelum mencapai keadaan steady state adalah 19.6 sekond.
- c. Rancangan alat nitrogen analyzer cukup memadai untuk digunakan dalam kegiatan pengujian kadar nitrogen sebagai media pengisi ban kendaraan.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2018. *15 Fungsi pin pada Arduino Uno R3*, Tersedia di <https://www.idekubagus.com/2018/01/15-fungsi-pin-pada-arduino-uno-r3.html> [Diakses pada 17 November 2018]
- Ajie Saptaji. *Mengukur Suhu dan Kelembaban Udara dengan Sensor*, <http://saptaji.com/2016/08/10/mengukur-suhu-dan-kelembaban-udara-dengan-sensor-dht11-dan-arduino/> [12 November 2018]
- Anonim 2015. *Karakteristik Alat Ukur*. <http://electriool.blogspot.com/2015/12/karakteristik-alat-ukur.html> [10 Juni 2019]
- Anonim 2016. *N2 Lewis Structure*. <https://airfreshener.club/quotes/n2-lewis-structure.html> [04 November 2018]
- Anonim 2016. *Nitrogen Generator Motor 220v 35-85psi Krisbow 10072153*, <http://alatproyek.com/6584-nitrogen-generator-motor-krisbow-220v-35-85psi-10072153.html> [29 Oktober 2018]
- Anonim 2019. *Nitrogen Analyzer*. <https://www.kawanlama.com/nitrogen-analyzer-accuracy99.html> [30 Oktober 2018]
- Bentley, John P 2004. *Principles of Measurement Systems*. Emeritus Professor of Measurement Systems University of Teesside
- Cahya Firdauz. *Pengolahan Ban*, <http://frekuensi89.blogspot.com/2010/10/pengolahan-ban.html> [01 Februari 2019]
- Della Wahyu Margareta. *Karakteristik Statik Elemen Sistem Pengukuran* Progam Studi S1 Teknik Fisika ITS, https://www.academia.edu/15347671/Modul_Ajar_Berpraktikum_1 [01 Februari 2019]
- DHT11 Humidity and Temperature Sensor, <https://potentiallabs.com/cart/dht-11-humidity-and%20-temperature-sensor> [06 November 2018]

- Ediana Guruh. *Tips Memakai Gas Nitrogen pada Ban*, <https://www.kiosban.com/tips-memakai-gas-nitrogen-pada-ban/> [28 Januari 2019]
- Figaro Engineering Inc. 2006. *Figaro Sensor Oksigen*, https://www.sos.sk/a_info/resource/c/figaro/KE_series_technical_info.pdf[23 Oktober 2018]
- Green Nitrogen 2016, <https://www.green-nitrogen.com/Website/detail/seperti-inilah-proses-produksi-nitrogen-berlangsung-di-outlet-green-> [29 Oktober 2018]
- Krisna Arif K. *Perbedaan Angin Biasa dan Angin Nitrogen*, <https://auto2000.co.id/perbedaan-angin-biasa-dan-nitrogen/> [25 Januari 2019]
- Mansur. 2019. *Keunggulan Mesin Nitrogen Generator Dibanding Nitrogen Tabung*. <https://www.green-nitrogen.com/Website/detail/keunggulan-mesin-nitrogen-generator-dibanding-nitrogen-tabung.html> [20 April 2019]
- Malvino, Albert. 2007. *Electronic Principles*. New York: McGraw-Hill Book Company
- Matheson, Tri Gas. 2000. *Liquid Oxygen Material Safety Data Sheet*, <https://www.mathesongas.com/pdfs/msds/00225011.pdf>. [20 April 2019]
- Moh. Aris As'ari. *Materi Tekanan Teknik Pendingin dan Tata Usaha SMK Negeri 1 Cirebon* 2011. <https://docplayer.info/65637966-Chapter-1-pressure-tekanan.html> [31 Januari 2019]
- Chasanah, Nimroatul *et al.* *Laporan Resmi Percobaan Sistem Pengukuran dan Kalibrasi, Pengukuran karakteristik dinamik termometer*. 2012. Surabaya: Jurusan Teknik Fisika, Fakultas teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Prasetyowati, Novita Desy. *4 Kelebihan Mengisi Ban Mobil dengan Nitrogen dibandingkan Angin Biasa*,<https://www.msn.com/id-id/otomotif/berita/4-kelebihan-mengisi-ban-mobil-dengan-nitrogendibandingkan-angin-biasa/ar-BBLUkIC> [28 Januari 2019]
- Taufiqullah. *Pengertian Sensor*, <https://www.tneutron.net/mikro/pengertian-sensor/> [29 Januari 2019]
- The Lewis Dot Structure for O₂ 2019, <https://sciencetrends.com/o2-oxygen-lewis-dot-structure/> [05 November 2018]
- Wahyu Amaldi. *Project Sensor Suhu & Kelembapan dengan DHT 11*, <https://ilmuprogram.com/2016/12/05/project-sensor-suhu-kelembapan-dengan-dht-11/> [30 Januari 2019]
- Winarto Dwi. *Pengaruh Konsentrasi, Suhu, Volume, dan Tekanan terhadap Kesetimbangan*. <https://www.ilmukimia.org/2015/10/pengaruh-konsentrasi-suhu-volume-dan-tekanan-terhadap-kesetimbangan.html> [29 Januari 2019]

