

Perancangan Continuity Tester Pada Proses Pengkabelan Pesawat

Fauzia Haz, Arifil Fikri, Giri Angga Setia

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Jenderal Achmad Yani

Jalan Terusan Jend. Sudirman PO.BOX 148 Cimahi 40531

Fauzia.haz@lecture.unjani.ac.id

Abstract

In the process of making aircraft, it requires strict standard requirements in accordance with the requirements that have been regulated in the world of aviation. One example is in the manufacture of a series of aircraft harness cables at the Harnessing Shop PT. Dirgantara Indonesia having many stages, including cable marking, looming, connection, continuity, insulation. Of course, for each stage is inspected. In continuity testing, it is done manually using a multimeter so it requires at least 3 people and the testing process is considered quite long. Given these problems, it is necessary to have a replacement multimeter in continuity testing to speed up and simplify the testing process. The continuity testing tool uses the Arduino Mega 2560, IC LM317T microcontroller, relay as the main component. The microcontroller is used to process the reading data according to the datasheet drawing, the LM317T IC is used to regulate the output voltage from the Arduino which will be converted to a resistance value, the relay is used to detect the position of the second end point in continuity testing. A user interface web browser is used to operate the tool and display data from the results of continuity testing. From the test results, it is found that the readings of the suitability of the installation point are in accordance with the actual cable harness and the resistance value is close to the same compared to using a multimeter. The passed statement will appear when the actual point reading of the cable harness is in accordance with the datasheet drawing, while the failed statement will appear when the actual point on the wiring harness does not match the datasheet drawing. The test results are in the form of excel data which can be easily stored by the operator.

Keywords : Cable harness, microcontroller, continuity testing.

Abstrak

Dalam proses pembuatan pesawat terbang diperlukan adanya *requirement* yang ketat sesuai dengan persyaratan yang sudah diatur dalam dunia penerbangan, salah satu contoh dalam pembuatan rangkaian kabel *harness* pesawat terbang di *Harnessing Shop* PT. Dirgantara Indonesia mempunyai banyak tahap diantaranya adalah *cutting marking* kabel, *looming*, *connection*, *continuity*, *insulation* dan tentunya dilakukan inspeksi dalam tiap tahapan tersebut. Pada pengujian *continuity* dilakukan secara manual menggunakan multimeter sehingga membutuhkan paling sedikitnya 3 orang serta proses pengujian yang dinilai cukup lama. Dengan adanya masalah tersebut diperlukan adanya alat pengganti multimeter dalam pengujian *continuity* untuk mempercepat serta mempermudah dalam proses pengujian. Alat pengujian *continuity* menggunakan mikrokontroler arduino mega 2560, IC LM317T, *relay* sebagai komponen utamanya. Mikrokontroler digunakan untuk mengolah data hasil pembacaan sesuai dengan *datasheet drawing*, IC LM317T berfungsi untuk mengatur keluaran tegangan dari arduino yang nantinya di konversi ke nilai resistansi, *relay* berfungsi untuk mendeteksi posisi *second end point* pada pengujian *continuity*. Untuk mengoperasikan alat serta menampilkan data hasil dari pengujian *continuity* menggunakan *user interface* web browser. Dari hasil pengujian didapatkan hasil pembacaan kesesuaian pemasangan *point* sesuai dengan aktual kabel *harness* serta nilai resistansi yang mendekati sama dibandingkan menggunakan multimeter, keterangan *passed* akan muncul ketika hasil pembacaan *point* aktual kabel *harness* sesuai dengan *datasheet drawing*, sedangkan keterangan *failed* akan muncul ketika aktual *point* pada kabel *harness* tidak sesuai dengan *datasheet drawing*, hasil pengujian berupa data excel yang nantinya dapat dengan mudah disimpan oleh operator.

Kata kunci : Kabel *harness*, mikrokontroler, pengujian *continuity*.

I. PENDAHULUAN

Pesawat terbang merupakan transportasi udara yang menggunakan mesin sebagai tenaga utamanya. Pesawat terbang mempunyai beberapa fungsi diantaranya untuk mengangkut penumpang, untuk keperluan kargo, maupun dipergunakan untuk keperluan militer. Pesawat

terbang merupakan alat transportasi di dunia yang paling aman. Pesawat terbang dibuat dengan persyaratan (*requirement*) yang ketat. Semua bagian dari pesawat terbang sangat berpengaruh terhadap keselamatan penerbangan, pesawat terbang didesain sedemikian rupa sehingga kemungkinan terjadinya kegagalan sangat kecil. Kegagalan sebuah penerbangan dapat dipengaruhi

oleh cukup lama serta memerlukan paling sedikitnya tiga orang untuk pengetesan dan jika terjadi masalah pada pemasangan *point* yang tidak sesuai dengan *drawing* maka, cara mengatasinya adalah menggunakan cara manual, yaitu dengan melakukan pengecekan pada *second end point* menggunakan multimeter dan memerlukan waktu yang bisa terbilang lama serta kemungkinan *quality escape* masih besar sekali. Pada tugas akhir ini, konektor yang berisi pin maupun soket kontak pada kabel *harness* akan dilakukan pengujian *continuity* menggunakan *continuity tester* yang akan dibuat. Hasil pengetesan disaat terjadi kesalahan pemasangan *point* maupun kesalahan sambungan ke konektor akan ditampilkan pada PC/ Laptop.

II. METODE

A. Perancangan continuity tester

Dalam pembuatan rancang bangun, penulis menggunakan metode studi literatur, diskusi dengan pembimbing atau teknisi, merancang sistem, menguji hasil perancangan, dan melakukan analisis. Pertama yaitu studi literatur adalah metode yang digunakan untuk pengumpulan data dari hasil penelitian, jurnal, handbook dan website yang relevan untuk menunjang teori yang dibutuhkan untuk memperbaiki penelitian selanjutnya. Kedua diskusi dengan pembimbing adalah metode mencari solusi dalam pembuatan alat. Ketiga merancang sistem adalah metode proses pemasangan komponen sebelum menjadi alat. Keempat menguji hasil perancangan adalah metode pengujian alat serta mengambil data sebelum di analisa. Kelima analisis adalah metode penyelesaian model matematika dengan rumus-rumus aljabar yang sudah baku (lazim). Perangkat keras yang digunakan dapat dilihat dalam Tabel 1.

TABEL 1. SPESIFIKASI CONTINUITY TESTER

Daftar Perangkat	Keterangan
Microcontroller	Arduino mega 2560
Voltage regulator LM317T	Vin max 40 V
Relay	5V DC
Resistor	12 ohm
Power supply	5V DC
Web browser	User Interface

Arduino merupakan sistem minimum mikrokontroler yang dirancang supaya digunakan

dengan mudah oleh para programmer maupun *engineer*[1]. Pemilihan arduino mega pada alat ini karena arduino mega memiliki Digital I/O 54 *Pins* serta memiliki analog input 16 *Pins* karena dinilai sangat sesuai dengan penggunaannya ketika melakukan *continuity test* pada kabel *harness*.

TABEL 2. DATA TEKNIS ARDUINO MEGA

Spesifikasi Mikrokontroler	Keterangan
Operating Voltage	5 VDC
Input Voltage	7 – 12 VDC
Digital I/O Pin	54 (15 PWM Output)
Analog pin	16 Pin
Flash Memory	256 KB (8 KB boot loader)
EEPROM	4 kB
SRAM	8 kB

Catu daya memiliki dua jenis sumber, pertama yaitu sumber AC (*Alternating Current*) dan yang kedua sumber DC (*Direct Current*). Sumber AC merupakan sumber tegangan bolak balik, sedangkan sumber tegangan DC adalah sumber tegangan searah. Tegangan AC biasa diperoleh langsung dari PLN sedangkan Tegangan DC dapat diperoleh dari baterai[2]. Pemilihan *power supply* 5V pada alat ini digunakan untuk mensuplai *voltage regulator* LM317T karena *supply* 5V dari Arduino mega memiliki nilai yang tidak stabil sehingga dapat mempengaruhi pembacaan nilai resistansi pada tiap kabel yang akan dilakukan *continuity test*.

TABEL 3. DATA TEKNIS POWER SUPPLY

Spesifikasi Power Supply	Keterangan
Model Number	M525
Input	110 – 220 V AC
Output	5 V DC / 5 A

Regulator tegangan dengan menggunakan komponen utama IC (*integrated circuit*) mempunyai keuntungan karena lebih kompak (praktis) dan umumnya menghasilkan penyetabilan tegangan yang lebih baik. Fungsi-fungsi seperti pengontrol, sampling, komparator, referensi, dan proteksi yang dikerjakan oleh komponen diskret, semuanya dirangkai dan dikemas dalam IC. Dipasaran terdapat beberapa jenis IC yang menghasilkan tegangan keluaran baik positif maupun negatif, dan ada pula IC yang menghasilkan tegangan keluaran yang bisa diatur

[3]. Pemilihan *voltage regulator* LM317T digunakan untuk melakukan pembacaan *point* pada konektor dan nilai resistansi pada kabel yang akan dilakukan *continuity test*, LM317T memiliki 3 kaki, kaki 1 merupakan *adjust*, kaki 2 *Vout* dan kaki 3 *Vin*. Untuk melakukan pembacaan nilai resistansi. dilakukan dengan menghubungkan *Vin* dengan sumber *power supply* 5V, *adjust* dengan *Vout* yang terhubung dengan resistor 12ohm dihubung seri lalu dihubungkan pada kabel *harness first end* yang nantinya akan dibaca pada *analog read* arduino mega serta *second end* kabel *harness* yang terhubung dengan *relay*.

TABEL 4. DATA TEKNIS LM317T

Spesifikasi LM317T	Keterangan
Model Number	LM317T
Quantity	8
I out max	1.5 A
V inp max	40 V
Outout Voltage range	1.2 to 37 V

Relay merupakan suatu alat yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lain dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energi[4]. *Relay* disini digunakan untuk memerintahkan alat melakukan pembacaan sambungan *point* pada *second end* konektor serta pembacaan nilai resistansi pada kabel, tipe *relay* yang digunakan yaitu aktif *low*, ketika pin arduino dalam keadaan *high* maka akan kontak dengan *ground*, karena *ground* terhubung dengan *second end* kabel maka nilai resistansi akan muncul dengan sendirinya, sedangkan ketika pin arduino dalam keadaan *low* maka akan terjadi rangkaian terbuka.

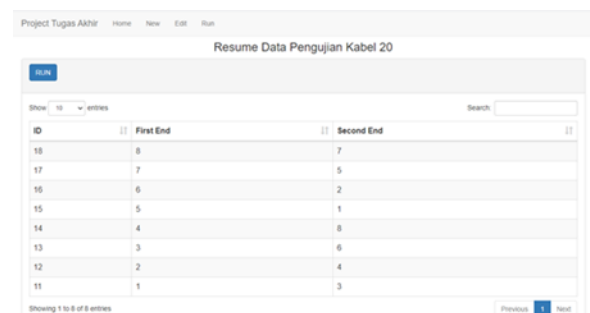
TABEL 5. DATA TEKNIS RELAY

Spesifikasi Relay	Keterangan
Model Number	Modul relay 4 channel
Quantity	2
Working Voltage	5 V
Maksimum Beban	AC 250V/10A, DC 30V/10A

B. Perancangan Program Aplikasi

Program aplikasi dirancang untuk mempermudah operator yang akan mengoperasikan alat pengujian *continuity* kabel *harness*. Program aplikasi ini dirancang menggunakan web browser, Pengertian browser adalah sebuah *software* atau program yang digunakan untuk menjelajah

internet dalam konteks komputer. Menjelajah ini termasuk melintasi, mengambil, dan menyajikan informasi di Internet atau World Wide Web. Informasi dari internet ini bisa merupakan sebuah halaman web, gambar, video, atau bagian lain dari konten website di internet. Jadi fungsi browser adalah untuk menampilkan informasi kepada pengguna internet[5]. Program aplikasi ini dapat mengakses seluruh informasi yang sudah diolah oleh arduino. Selain itu semua panel kontrol untuk pengujian *continuity* kabel juga ditampilkan pada program aplikasi. Program aplikasi ini berkomunikasi dengan arduino melalui komunikasi serial.



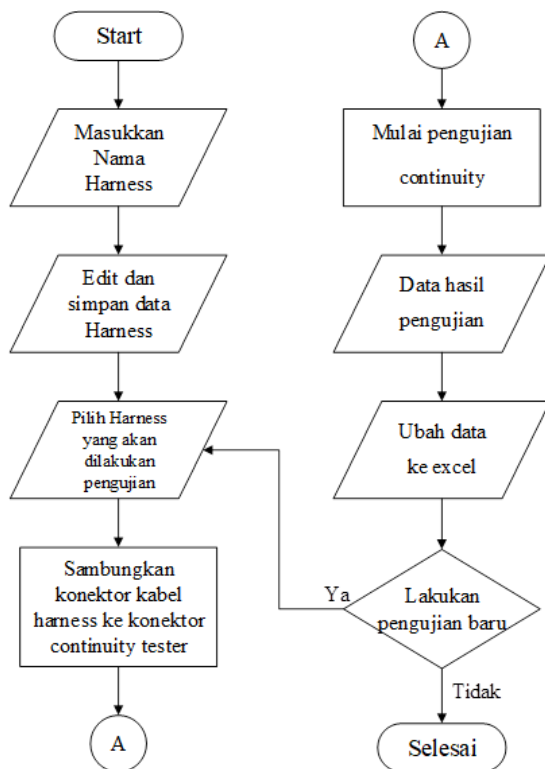
Gambar 1. User Interface web browser

Interface web browser tampak seperti gambar 1. Dari kiri ke kanan dan atas ke bawah, bagian-bagian web browser terdiri dari:

- Home*: pada menu *home* merupakan tampilan beranda pada user interface web browser.
- New*: pada menu *new* berfungsi untuk menambahkan data nama kabel *harness* yang akan dilakukan pengujian.
- Edit*: pada menu *edit* berfungsi untuk menambahkan maupun mengedit data tiap *point* pada *first end* konektor maupun *second end* konektor sesuai dengan data *wirelist drawing*.
- Run*: pada menu *run* terdapat data nama kabel *harness* yang akan dilakukan pengujian *continuity tester*.

Berikut diagram alir yang menjelaskan proses dari pengujian *continuity tester* yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Proses ini dimulai dengan menambahkan nama kabel *harness* yang akan dilakukan pengujian. Setelah menambahkan nama kabel *harness* lakukan *edit* data dengan menambahkan data *point first end* dengan *point second end* sesuai dengan *wirelist drawing* permintaan selanjutnya simpan data tersebut. Setelah melakukan *edit* dan simpan data lalu pilih nama *harness* yang akan dilakukan pengujian *continuity tester* selanjutnya adalah menghubungkan konektor kabel *harness* ke

konektor *continuity tester* yang akan dilakukan pengecekan, untuk memulai melakukan pengecekan dilakukan dengan cara memilih tombol perintah pada program aplikasi, hasil pengujian *continuity tester* akan ditampilkan pada program aplikasi. Data hasil pengujian *continuity tester* bisa ditampilkan menggunakan microsoft excel sehingga dengan mudah bisa dicetak. Untuk melakukan pengujian *continuity tester* pada kabel *harness* lain dapat dilakukan dengan cara memilih kembali kabel *harness* yang akan dilakukan pengujian. Apabila tidak melakukan pengujian, maka proses pengujian dianggap telah selesai.



Gambar 2. Flowchart pengujian continuity tester

C. Perhitungan Persentase Error

Persentase *error* biasa digunakan untuk mengetahui perbedaan nilai terukur dengan nilai yang tepat atau diketahui. Untuk mengetahui suatu alat berjalan sesuai dengan rencana maka dibutuhkan parameter nilai persentase *error*. Persentase *error* dapat diketahui menggunakan rumus 1 dibawah ini.

$$\% \text{ Error} = \left| \frac{R \text{ pada alat} - R \text{ fluke289}}{R \text{ fluke289}} \right| \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

% Error = Nilai persentase error resistansi

R pada alat = Resistansi yang terukur pada *continuity tester*

R fluke289 = Resistansi yang terukur pada fluke289

Tujuan dari perhitungan persentase kesalahan adalah untuk mengukur seberapa dekat nilai yang diukur dengan nilai sebenarnya.

III. HASIL DAN DISKUSI

Secara umum dari segi operasional, rancang bangun sistem yang dibuat ini mempunyai sistem operasi yang *mudah* yaitu dengan menggunakan *PC / Laptop* sebagai pengendali, sehingga mempermudah *operator* dalam melakukan pengujian. Hasil pengujian *continuity* ini dibagi menjadi beberapa percobaan, di antaranya pengujian catu daya, pengujian *relay*, pengujian IC LM317T, sehingga dari hasil pengujian yang telah dilakukan kita dapat melakukan analisa, serta membandingkan pengujian menggunakan multimeter dan pengujian menggunakan *continuity tester*.

TABEL 6. HASIL PENGUJIAN OUTPUT CATU DAYA

Pengujian Ke	Tegangan Input (AC)	Tegangan Output (DC)
1	220 V / 60Hz	5,05
2	220 V / 60Hz	5,05
3	220 V / 60Hz	5,05
4	220 V / 60Hz	5,05
5	220 V / 60Hz	5,05
6	220 V / 60Hz	5,05
7	220 V / 60Hz	5,05
8	220 V / 60Hz	5,05
9	220 V / 60Hz	5,05
10	220 V / 60Hz	5,05

TABEL 7. HASIL PENGUJIAN RELAY

Relay	Pin arduino	Kondisi relay
Relay 1	High	Kontak dengan ground
	Low	Rangkaian terbuka
Relay 2	High	Kontak dengan ground
	Low	Rangkaian terbuka
Relay 3	High	Kontak dengan ground
	Low	Rangkaian terbuka
Relay 4	High	Kontak dengan ground
	Low	Rangkaian terbuka

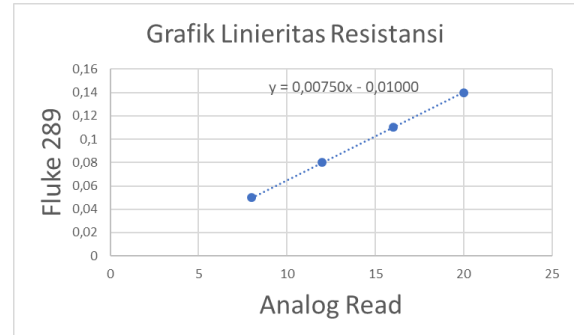
Relay 5	High	Kontak dengan ground
	Low	Rangkaian terbuka
Relay 6	High	Kontak dengan ground
	Low	Rangkaian terbuka
Relay 7	High	Kontak dengan ground
	Low	Rangkaian terbuka
Relay 8	High	Kontak dengan ground
	Low	Rangkaian terbuka

TABEL 8. HASIL PENGUJIAN RELAY

P i n	Kabel	Pan ja ng (M)	Rfluke 289 (Ω)	Anal og read	Rumus (Regresi linier)
1	AWG22	1	0,05	8	y =
		1,5	0,08	12	0,00750x
		2	0,11	16	-
		2,5	0,14	20	0,01000
2	AWG22	1	0,05	8	y =
		1,5	0,08	12	0,00750x
		2	0,11	16	-
		2,5	0,14	20	0,01000
3	AWG22	1	0,05	8	y =
		1,5	0,08	12	0,00750x
		2	0,11	16	-
		2,5	0,14	20	0,01000
4	AWG22	1	0,05	8	y =
		1,5	0,08	12	0,00750x
		2	0,11	16	-
		2,5	0,14	20	0,01000
5	AWG22	1	0,05	8	y =
		1,5	0,08	12	0,00750x
		2	0,11	16	-
		2,5	0,14	20	0,01000
	AWG22	1	0,05	8	y =
		1,5	0,08	12	0,00750x
		2	0,11	16	-
		2,5	0,14	20	0,01000
7	AWG22	1	0,05	8	y =
		1,5	0,08	12	0,00750x
		2	0,11	16	-
		2,5	0,14	20	0,01000
8	AWG22	1	0,05	8	y =
		1,5	0,08	12	0,00750x
		2	0,11	16	-
		2,5	0,14	20	0,01000

Tabel 8. Merupakan tabel kalibrasi keluaran resistansi dengan fluke 289 true RMS. Pada data tabel tersebut didapatkan nilai *analog read* arduino, pengambilan nilai *analog read* pada arduino dilakukan 10 kali dan diambil nilai terkecil dari pembacaan *analog read* arduino,

karena analog read yang dibaca pada alat kurang stabil maka akan berpengaruh dalam pembacaan nilai resistansi yang dibaca pada alat, kemudian nilai *analog read* diolah menggunakan metode *regresi linier* sehingga didapatkan nilai keluaran resistansi yang mendekati keluaran resistansi fluke 289 true RMS. Rumus *regresi linier* didapatkan dari grafik perbandingan keluaran *analog read* pada arduino dengan resistansi yang terbaca pada fluke 289 true RMS seperti Gambar 3.



Gambar 3. Grafik linieritas resistansi

Gambar 3. Merupakan grafik linieritas resistansi antara keluaran resistansi fluke 289 True RMS dengan keluaran *analog read* pada arduino.

TABEL 9. HASIL PENGUJIAN PERSENTASE ERROR

Pin	Ka be l	Pan jang (M)	R fluke 289 (Ω)	R pada alat (Ω)	ΔError Resis tansi (%)
1	A W G 22	1	0,05	0,07	0,40 %
		1,5	0,08	0,10	25 %
		2	0,11	0,13	18,1 %
		2,5	0,14	0,16	14,2 %
2	A W G 22	1	0,05	0,07	0,40 %
		1,5	0,08	0,10	25 %
		2	0,11	0,12	9 %
		2,5	0,14	0,16	14,2 %
3	A W G 22	1	0,05	0,07	0,40 %
		1,5	0,08	0,09	12,5 %
		2	0,11	0,10	9 %
		2,5	0,14	0,13	7,1 %
4	A W G 22	1	0,05	0,06	0,20 %
		1,5	0,08	0,10	25 %
		2	0,11	0,12	9 %
		2,5	0,14	0,15	7,1 %
5	A W G 22	1	0,05	0,06	0,20 %
		1,5	0,08	0,10	25 %
		2	0,11	0,12	9 %
		2,5	0,14	0,15	7,1 %

6	A	1	0,05	0,07	0,40 %
	W	1,5	0,08	0,09	12,5 %
	G	2	0,11	0,13	18,1 %
	22	2,5	0,14	0,15	7,1 %
7	A	1	0,05	0,07	0,40 %
	W	1,5	0,08	0,09	12,5 %
	G	2	0,11	0,13	18,1 %
	22	2,5	0,14	0,16	14,2 %
8	A	1	0,05	0,06	0,20 %
	W	1,5	0,08	0,10	25 %
	G	2	0,11	0,12	18,1 %
	22	2,5	0,14	0,15	7,1 %

Tabel 9. Merupakan nilai resistansi dari pengujian IC LM317T kabel AWG 22 dengan panjang 1 meter, 1,5 meter, 2 meter dan 2,5 meter. Dari tabel 4.4 didapatkan nilai persentase *error* resistansi kabel AWG 22 dengan panjang 1 meter paling besar adalah 40%, dengan panjang 1,5 meter didapatkan nilai persentase *error* sebesar 25%, dengan panjang 2 meter didapatkan nilai persentase *error* sebesar 18.1%, dengan panjang 2,5 meter didapatkan nilai persentase *error* sebesar 14.2%.

TABEL 10. PENGUJIAN *CONTINUITY* KABEL 22 PANJANG 1 M

No	FE D	SE D	FE	SE	R Fluke (Ω)	R Alat (Ω)	Δerror Resistansi (%)	Result
1	1	5	1	6	-	-	-	Failed
2	2	6	2	5	-	-	-	Failed
3	3	7	3	7	0,06	0,07	16	Passed
4	4	8	4	8	0,06	0,07	16	Passed
5	5	1	5	1	0,06	0,07	16	Passed
6	6	2	6	2	0,07	0,09	28	Passed
7	7	3	7	3	0,13	0,15	15	Passed
8	8	4	8	4	0,07	0,08	14	Passed

Keterangan:

FE D = First end point pada *wirelist drawing*

SE D = Second end point pada *wirelist drawing*

FE = First end point pada pembacaan alat

SE = Second end point pada pembacaan alat

Pada tabel 10. merupakan hasil pembacaan pengujian *continuity*, pada pengujian *continuity* dilakukan pengujian 10 kali, pada tabel diatas diambil nilai terkecil dari pembacaan alat, hasil dari pengujian terdapat keterangan *failed* karena

posisi *point* pada pembacaan alat tidak sesuai dengan *wirelist drawing* sedangkan keterangan *passed* akan muncul ketika posisi *point* pada pembacaan alat sesuai dengan *wirelist drawing*. Nilai persentase *error* tertinggi pada alat *continuity tester* dengan fluke true RMS 289 ukuran kabel AWG 22 panjang 1 meter adalah 28%.

TABEL 11. HASIL PERBANDINGAN WAKTU PENGUJIAN

No	Alat pengujian	Hasil pengujian	Durasi pengujian
1	Fluke 289	Passed	16 menit, 40 detik
2	Continuity Tester	Passed	4 menit, 34 detik

Berdasarkan data pada tabel 11. pengujian dilakukan 5 kali dengan kabel *harness* yang sama didapatkan durasi pengujian menggunakan alat *continuity tester* lebih cepat 12 menit 6 detik dibandingkan dengan pengujian menggunakan fluke true RMS 289.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian pada *continuity tester* dalam penelitian tugas akhir ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada *continuity tester* didapatkan hasil pembacaan *point to point* pada konektor sudah terpasang sesuai dengan aktual kabel *harness* yang di uji yaitu, didapatkan hasil *passed* karena *point to point* pada konektor sudah sesuai dengan data *wirelist drawing* sedangkan untuk hasil *failed* terjadi karena aktual kabel *harness point to point* pada konektor tidak sesuai dengan data *wirelist drawing*.
2. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada *continuity tester* didapatkan efisiensi pada *man power* 1:3 pada *continuity tester* dengan fluke 289 true RMS. Sedangkan *man hours* lebih cepat 12 menit 6 detik menggunakan *continuity tester* dibandingkan dengan pengujian menggunakan fluke true RMS 289.
3. Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada *continuity tester* didapatkan pengujian yang lebih mudah lebih praktis lebih cepat ketika melakukan pengujian *continuity* serta lebih efisien terhadap *man power* dibandingkan dengan pengujian *continuity* menggunakan fluke true RMS 289.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Dirgantara Indonesia yang telah berkontribusi terhadap pengambilan data dan penyelesaian penelitian ini. Penulis mengucapkan terimakasih juga kepada orang tua, Rekan dosen dan Mahasiswa Teknik Unjani atas doa dan dukungannya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Risal, *Mikrokontroler dan Interface*. 2017.
- [2] Erixon dedy nawali, Sherwin R.U.A Sompie, and Novi M. Tulung, "Rancang Bangun Alat Penguras dan Pengisi Tempat Minum Ternak Ayam Berbasis Mikrokontroler Atmega16." *E-Jurnal Teknik Elektro dan Komputer.*, vol. 4, no. 7, pp. 25–34, 2015.
- [3] Herman Dwi Surjono, *Elektronika Lanjut*. 2019.
- [4] M. Nur Sururi, "Rancang Bangun Smart Power Meter Dengan Over atau Under Voltage Relay Pada Beban 1 Fasa," 2018.
- [5] Ade Pattianakotta, Alicia A.E. Sinsuw, ST., MT, and Arie S.M. Lumenta ST., MT., "Sistem Informasi Arsip Dokumen Kantor Pelayanan Kekayaan Negara Dan Lelang Manado," *E-journal Teknik Elektro dan Komputer.*, vol. 4, no. 7, pp. 2301-8402, 2015.
- [6] Pralay Roy, Soumen Karmakar, Pranay Basak, Subhajit Das, and Subham Khatua, "Designing of A Device for Checking The Polarity & Continuity Of Any Electrical & Electronic Circuit," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET).*, vol. 03, no. 7, pp. 170–172, 2016.
- [7] Gergely Makan, Robert Mingesz and Zoltan Gingl, "How accurate is an Arduino Ohm meter ?," 2019.
- [8] Kiran Kannur, Bhagyashree Kinagi, and Vinayak R. Shinde, "Digital LCR Meter using Arduino," in *IEEE International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, 2017.
- [9] Peter J. Bryant and Tracy J. Tillman, "Automated Continuity Tester for Large Wire-wrapped Avionics Chassis," in *IEEE Autotestcon Proceedings*, 2012.