

Desain Sistem *Functional Test* RFID Chips Array untuk Proses Manufaktur *Smart Card* pada TFME Politeknik Negeri Batam

Nanta Fakhri Prebianto*, Robby Nur Wahyu, Nur Sakinah Asaad, Riki Ria, M. Jepstevan

Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

*Email: nanta@polibatam.ac.id

Abstrak—Proses pengembangan dan produksi *smart card* dilakukan pada *Teaching Factory Manufacturing of Electronics* (TFME) Politeknik Negeri Batam. Pada proses produksi *smart card* perlu dikembangkan sistem pengujian sample untuk memastikan hasil *wiring* dan proses *die attach* berhasil yang ditandai dengan komunikasi antara *chip* dan *RFID reader* (13,56 MHz). Pendekatan yang dilakukan adalah merancang sistem uji fungsi RFID otomatis dengan memanfaatkan pergerakan tiga *axis* dan *mini probe* yang melekat pada pad sambungan *wire bond* dan *die*. Metode yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari perancangan mekanik, perancangan elektrik, perancangan perangkat lunak, dan pengujian sistem. Resistansi *probe* RFID memiliki resistansi 1,8 Ohm. Pergerakan setiap *axis* menggunakan motor *stepper* yang dikopling dengan ulir linear T8 2pitch 4star. Torsi yang terukur pada *axis x*, *y*, dan *z* adalah 4.64 N.mm, 59,54 N.mm, dan 10,72 N.mm pada saat *stepper* bergerak maju.

Kata kunci : RFID, testing, stepper, RFID chip, Raspberry Pi

I. LATAR BELAKANG

TEKNOLOGI *Radio Frequency Identification* (RFID) telah berkembang dengan pesat dengan beragam aplikasinya. Dengan adanya mass production, sekarang ini *chip* RFID bisa didapatkan dengan harga yang cukup terjangkau. Kartu RFID yang ada disekitar kita saat ini merupakan implementasi dari rangkaian elektronika terintegrasi dalam skala mikro-nano yang proses manufaktur *chip* nya dilakukan di luar negeri dan pengemasannya dapat dilakukan di Indonesia [1].

Sistem mekanik dengan pergerakan 3-*axis* sudah cukup umum digunakan dalam aplikasi industri manufaktur [2]. Penelitian yang pernah dilakukan adalah sistem pergerakan 3-*axis* dengan menggunakan Arduino sebagai kontrolernya [3-6] serta penggunaan Mach3 PC Base untuk perangkat lunaknya [7]. Dengan aplikasi yang berbeda, yakni uji sampel *RFID chips array* dan untuk integrasi *interface* serta pengembangan fungsi IoT, maka pada penelitian ini menggunakan Raspberry

Pi sebagai *board* pengendalinya.

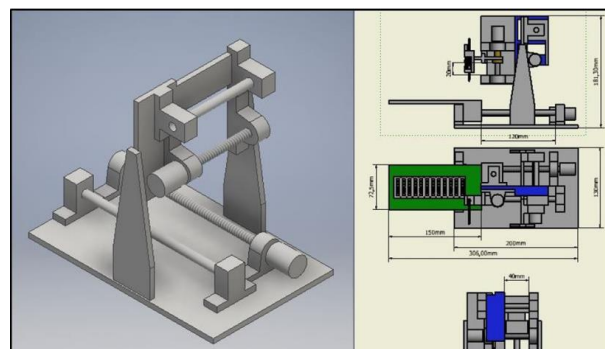
Chip RFID perlu dipastikan keberfungsian sebelum masuk ke dalam tahap pengemasan. *Pre-test* sebelum manufaktur ini akan memastikan apakah *chip* RFID yang ada masuk kategori *chip* yang rusak atau tidak. Hal ini akan mengefisienkan proses, biaya, dan juga jam kerja. Dengan jumlah sumber daya yang ada, proses tiga hal ini penting untuk diperhatikan sehingga tidak akan menimbulkan pemborosan terhadap segala sumber daya produksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk pembuatan sistem pengujian fungsi *chip* RFID dengan frekuensi 13,56 MHz untuk mendukung proses manufaktur *smart card* pada laboratorium TFME Politeknik Negeri Batam.

II. METODE

A. Perancangan Mekanik

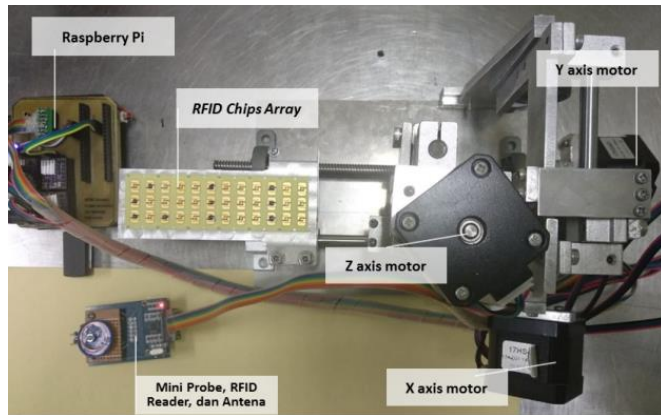
Desain mekanik ini dapat dilihat pada gambar 1. Desain mekanik dari alat ini terdiri atas penggerak 3-*axis* yang menggunakan motor *stepper* dengan mengubah gerakan putaran menjadi gerakan linear menggunakan *lead screw*, *linear shaft* dan *bearing*. Dimensi dari pergerakan *axis* alat ini adalah sebagai berikut:

- Gerakan bebas *axis X* yaitu 120mm
- Gerakan bebas *axis Y* yaitu 40mm
- Gerakan bebas *axis Z* yaitu 20 mm



Gambar 1. Perancangan mekanik RFID chip tester dengan pergerakan 3-*axis*

Gambar 2 menunjukkan realisasi rancangan mekanik dengan pergerakan 3-axis yakni *x-axis* dan *y-axis* untuk pergerakan jig untuk penempatan *chip* RFID, dan pada *z-axis* pergerakan vertikal *mini probe* uji oleh motor *stepper*.



Gambar 2. Implementasi desain mekanik sistem *functional test* RFID *chip array* (tampak atas)

B. Perancangan Elektrikal

Driver motor *stepper* DRV8825 digunakan untuk mengatur besar arus yang masuk pada tiga motor *stepper*. Pusat sistem kendali sistem ini menggunakan Raspberry Pi 3B+.

Untuk merencanakan agar data yang dibaca RFID reader dapat terbaca pada memori variabel, maka ditambahkan rangkaian relay. Rangkaian relay ini akan menjadi *trigger* agar data yang terbaca pada RFID reader dapat dikirimkan dalam format *array* pada Raspberry Pi.

C. Perancangan Perangkat Lunak

Sistem *functional test* ini memanfaatkan pergerakan 3-axis sesuai dengan *array chip* RFID yang terpasang. *Mini probe* akan bergerak secara vertikal ketika berada di atas *die pad* RFID.

RFID reader melakukan pembacaan *chip* RFID. Jika *chip* terbaca, maka akan menampilkan data sama dengan 1 sedangkan jika *chip* tidak terbaca dalam beberapa millisecond maka akan menampilkan data sama dengan 0.

III. HASIL DAN ANALISIS

Penelitian ini membagi pengujian menjadi pengujian mekanik dan pengujian elektrik. Beberapa pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

A. Pengukuran Resistansi Probe Mini Menggunakan Multimeter

Pengujian yang dilakukan adalah dengan mengukur resistansi pada masing-masing *probe* mini karena semakin kecil resistansi (Ohm) pada *probe* maka semakin bagus hantaran listrik dari gelombang elektromagnetik pada antena yang diterima dari RFID reader.



Gambar 3. Pengukuran resistansi pada *probe* mini menggunakan multimeter

Perhatikan Gambar 3. Hasil pengukuran menunjukkan masing-masing *probe* terukur 1.7 Ω dan 1.8 Ω yang berarti resistansi *probe* melebihi dari spesifikasi *probe* mini yaitu 50 mΩ. Meski nilai *probe* lebih besar dari spesifikasi namun *probe* terbukti baik menjadi konduktor pada sistem ini. Kemungkinan yang terjadi yaitu permasalahan alat ukur yang digunakan memiliki kelemahan dalam mengukur resistansi yang kecil. Kemungkinan lain adalah *noise* pada alat yang berasal dari lingkungan sekitar seperti suhu, kelembapan, dan lain-lain. Ini merupakan kesalahan acak (*random error*) yang biasa terjadi.

B. Pengukuran Antena yang Telah Terhubung dengan Probe Mini Menggunakan Multimeter

Pengujian ini melihat kualitas antena RFID dari segi resistansi. Semakin kecil resistansi pada antena maka semakin bagus hantaran gelombang elektromagnetik dari RFID reader modul.

Perhatikan Gambar 4. Berdasarkan gambar tersebut, diketahui bahwa saat antena RFID dalam keadaan tidak tersolder maka ia tidak akan terukur. Hal ini karena terdapat pelindung pada tembaga. Adapun ketika telah disolder dan disambungkan ke pin header maka akan terukur sebesar 1,8 Ω.



Gambar 4. Pengukuran resistansi antena RFID yang sudah disolder menggunakan multimeter

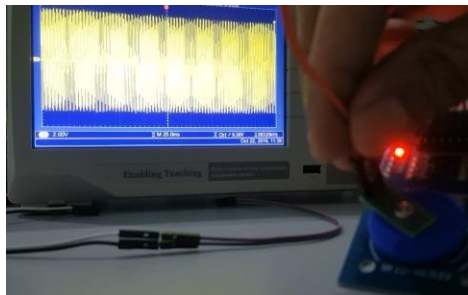


Gambar 5. Pengukuran resistansi antena RFID yang sudah disolder dan ditambah dengan kabel lebih dari 20 cm menggunakan multimeter

Perhatikan Gambar 5. Ketika *pin header* disambungkan dengan kabel, tidak terjadi perubahan yang besar. Saat kabel mencapai 20 cm maka resistansi bertambah hingga menjadi 2,5 Ω. Pengujian dan analisis ini dilakukan karena desain awal *probe* dengan antena RFID menggunakan kabel. Namun, karena pengujian ini, akhirnya ditentukan bahwa *probe* dan antena dihubungkan secara langsung tanpa perantara kabel.

C. Pengukuran Antena dengan Mengukur Gelombang dan Melihat Frekuensi yang Diterima pada Antena Probe RFID Menggunakan Osiloskop

Setelah mengukur resistansi dari antena RFID, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan osiloskop untuk menguji penerimaan gelombang elektromagnetik dari RFID reader dengan antena RFID yang telah diukur resistansinya. Gambar 6 menunjukkan pengujian antena RFID menggunakan osiloskop. Tabel I menunjukkan hasil dari pengukuran antena RFID menggunakan osiloskop.



Gambar 6. Pengukuran frekuensi antena RFID yang sudah disolder pin header dengan kabel 40cm menggunakan multimeter

TABLE I
HASIL PENGUKURAN FREKUENSI ANTENA RFID MENGGUNAKAN OSILOSKOP

No	Antena RFID	Frekuensi (Khz)	Kondisi pembacaan chip RFID
1	Dengan <i>pin header</i> tanpa kabel	2,11292	Terbaca
2	Dengan kabel 20cm	2,09076	Terbaca
3	Dengan kebel 40cm	2,08320	Terkadang terbaca terkadang tidak terbaca
4	Dengan kabel 60cm	1,78586	Tidak terbaca

D. Pengujian Arus Driver, Yaitu Mengukur Arus yang Terdapat pada Driver Motor Stepper DRV8825 Menggunakan Multimeter

Pengujian ini dilakukan agar penggunaan *driver* motor sesuai dengan spesifikasi dan agar *driver* motor *stepper* dapat berfungsi menggerakkan motor *stepper* dengan baik. Pengukuran arus ini dilakukan dengan cara menghubungkan *probe* merah pada potensiometer *driver* motor DRV8825 dan *probe* hitam pada GND. Output dari multimeter ini menunjukkan arus yang akan diinputkan pada motor *stepper*. Tabel II menunjukkan hasil pengukuran driver motor *stepper* menggunakan multimeter.

TABLE II
HASIL PENGUKURAN ARUS DRIVER MOTOR STEPPER DRV8825 MENGGUNAKAN MULTIMETER

No	Axis	Arus yang terbaca (A)
1	Sumbu <i>x</i>	0,35
2	Sumbu <i>y</i>	0,36
3	Sumbu <i>z</i>	0,34

E. Pengujian Sudut Putaran pada Motor Stepper dengan Memasangkan Motor Stepper pada Busur Derajat, Apakah Pergerakan Putaran Penuh Sudah 360°

Pengukuran derajat putaran motor *stepper* ini menunjukkan bahwa putaran penuh dari motor *stepper* ini adalah 360°. Ini diperlukan agar ketika memutar mekanik putaran menjadi gerakan linear menjadi tepat. Gambar 7 menunjukkan derajat putaran penuh motor *stepper* ini.



Gambar 7. Kondisi setelah motor *stepper* digerakkan putaran penuh masih menunjukkan 43°

F. Pengukuran Beban pada Keseluruhan Tumpuan Setiap Axis

Hal ini untuk mempertimbangkan kekuatan dan kemampuan untuk menggerakkan masing-masing *axis* agar motor *stepper* yang digunakan dapat bergerak dengan baik. Tabel III memperlihatkan hasil pengukuran beban pada masing-masing *axis* menggunakan timbangan digital.

TABLE III
HASIL PENGUKURAN BEBAN MENGGUNAKAN TIMBANGAN DIGITAL

No	Axis	Beban (g)	Beban (N)
1	Axis X	66	0,647
2	Axis Y	844	8,277
3	Axis Z	152	1,491

G. Pengukuran Diameter Mayor dan Diameter Minor pada Ulir Penggerak Menggunakan Jangka Sorong

Pengujian ulir penggerak yang digunakan adalah mengukur ulir. Pengukuran ulir ini terdapat beberapa bagian ulir yaitu pengukuran diameter mayor ulir yang merupakan diameter efektif. Pengukuran ini menggunakan jangka sorong.

Setelah diameter mayor dan diameter minor diketahui, maka akan diketahui lebar luasan *h* sesuai pada Gambar 8 dengan menggunakan rumus perhitungan lebar luasan sebagai berikut (1):

$$\text{lebar luasan } h = \frac{d_{Mayor} - d_{Minor}}{2} \tag{1}$$

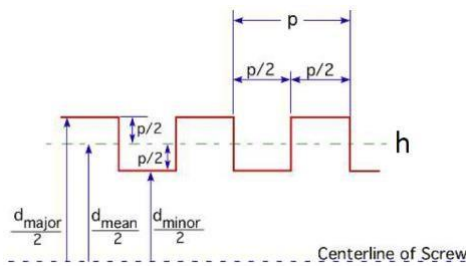
Maka diketahui :

Diameter Mayor (d_{Mayor}) = 8 mm

Diameter Minor (d_{Minor}) = 6,8 mm

$$\text{lebar luasan } h = \frac{8 - 6,8}{2}$$

$$\text{Lebar luasan } h = 0,6 \text{ mm}$$



Gambar 8. Dimensi *square* ulir penggerak [9]

H. Pengujian Torsi Ulir Penggerak antara Perhitungan dengan Rumus dengan Spesifikasi yang Tertera pada Motor Stepper

Perhitungan perencanaan gaya dorong ini adalah membandingkan antara perhitungan torsi gaya dorong ulir dengan spesifikasi motor *stepper* yang dipakai. Persamaan (2) digunakan untuk menghitung torsi gaya dorong ulir.

$$T = \frac{F \cdot dm}{2} \left(\frac{1 + \mu \cdot \pi \cdot dm}{\pi \cdot dm - \mu \cdot l} \right) \tag{2}$$

Di mana :

- T = Torsi pada ulir (Nm)
- dm = Diameter *pitch* ulir (m)
- F = Gaya dorong ulir (N)
- μ = Koefisien gesek permukaan ulir
- l = Kisar / *pitch* (m)

Dengan diketahui pada masing-masing *axis*:

- Diameter Mayor ulir (d_{Mayor}) = 8 mm
- Diameter Minor ulir (d_{Minor}) = 6,8 mm
- Beban kerja (W) = yang terukur
- Koefisien gesek (μ) = 0,61
- *Pitch* (p) = 2 mm
- *Start* (n) = 4

Untuk mendapatkan torsi ulir dilakukan tahapan perhitungan sebagai berikut :

Sudut ulir (θ) dihitung dengan menerapkan rumus (3):

$$\tan \theta = \frac{n \cdot p}{\pi \cdot d_{Minor}} \tag{3}$$

Sudut geser (α):

Jumlah sudut segitiga adalah 180° , maka:

$$180^\circ = \alpha + \theta + 90^\circ$$

$$\alpha = 180^\circ - (\theta + 90^\circ)$$

Perhitungan gaya gesek yang terjadi:

$$F_k = \mu \cdot W$$

Data yang telah dihitung dipergunakan untuk merencanakan gaya yang bekerja:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$F_k \cdot \sin \alpha - N \cdot \sin \alpha = 0$$

$$N = \frac{F_k \cdot \sin \alpha}{\pi \cdot d_{Minor}}$$

Perhitungan gaya pada ulir penggerak kemudian disubstitusi dari persamaan sebelumnya:

$$\Sigma F_y = F - W - F_k \cdot \cos \alpha - N \cdot \cos \alpha$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$F = W + F_k \cdot \cos \alpha + N \cdot \cos \alpha$$

$$F = W + F_k \cdot \cos \alpha + \frac{F_k \cdot \sin \alpha}{\sin \alpha}$$

Dengan demikian, masing-masing *axis* dapat dihitung dengan persamaan gaya dorong ulir. Tabel IV menunjukkan hasil dari perhitungan torsi ulir penggerak masing-masing *axis*.

TABLE IV
HASIL PERHITUNGAN PERENCANAAN TORSI ULIR PENGGERAK YANG DIGUNAKAN

No	Axis	Torsi yang diperlukan bergerak maju (N.mm)	Torsi yang diperlukan bergerak mundur (N.mm)
1	Axis X	4,65	3,44
2	Axis Y	59,54	44,006
3	Axis Z	10,72	7,93

Berdasarkan Tabel IV, terlihat masing-masing *axis* mempunyai torsi ulir penggerak yang lebih kecil dibandingkan dengan spesifikasi torsi yang tertera pada tabel spesifikasi motor *stepper* (yaitu sebesar 26 N.cm atau sebesar 260 N.mm). Hal ini yang menyebabkan motor *stepper* dapat menggerakkan *axis* dengan baik. Meskipun perhitungan di atas mengabaikan sisi gesekan pada ulir, namun hal tersebut dapat diatasi menggunakan minyak pelumas.

I. Pengujian Data Pembacaan RFID Chip dengan pergerakan 3-Axis

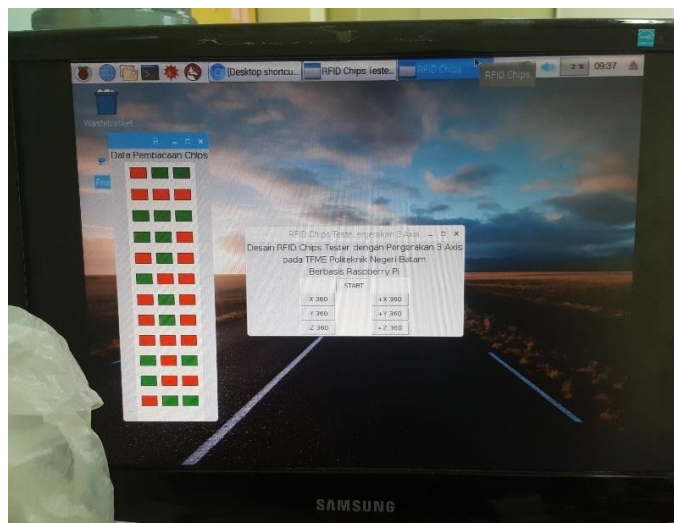
Data yang dibaca adalah keberfungsian *chip* yang akan dites. Ketika *chip* RFID terbaca pada RFID *reader*, maka akan menyimpan menjadi data sama dengan 1. Ketika *chip* RFID tidak terbaca pada RFID *reader*, maka akan menyimpan menjadi data sama dengan 0. Berikut ini adalah data pembacaan RFID *chip* dengan pergerakan 3 *axis* ini dalam bentuk array:

[[0, 1, 1], [0, 1, 1], [1, 1, 1], [1, 1, 0], [0, 1, 0], [1, 0, 0], [0, 1, 0], [0, 1, 0], [0, 0, 1], [1, 1, 1], [1, 1, 0], [0, 1, 1]]

Data tersebut kemudian ditampilkan dalam tabel seperti ditunjukkan Tabel V. Kemudian, hasil dari data pada RFID chip layer ditampilkan pada *Graphical User Interface (GUI)* yang berguna untuk menampilkan kondisi dari RFID chip layer setelah dilakukan pengecekan. Ketika chip tidak terbaca, maka akan ditampilkan kotak berwarna merah. Sedangkan ketika chip terbaca, maka akan ditampilkan kotak berwarna hijau. Gambar 9 menunjukkan tampilan GUI dari sistem uji fungsi RFID chip array dengan pergerakan 3-axis.

TABLE V
DATA PEMBACAAN RFID CHIP

Pembacaan manual			
Baris/Kolom	0	1	2
0	0	1	1
1	0	1	1
2	1	1	1
3	1	1	0
4	0	1	0
5	1	0	0
6	0	1	0
7	0	1	0
8	0	0	1
9	1	1	1
10	1	1	0
11	0	1	1



Gambar 9. Tampilan GUI hasil pembacaan RFID chip layer

Setelah melakukan pembacaan chip RFID secara manual, maka sampel RFID chip array diuji secara otomatis menggunakan sistem ini. Pada satu layer chip RFID didapatkan hasil pembacaan yang selalu konsisten (sama). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa alat uji fungsi

RFID chip array ini 100% berhasil melihat defect yang muncul dari proses manufaktur sebelumnya.

IV. KESIMPULAN

Sistem uji fungsi RFID chip array dapat direalisasikan untuk identifikasi error pada hasil pemasangan chip ke permukaan lead frame. Sistem uji fungsi ini menerapkan pergerakan 3-axis untuk pengujian RFID chip dengan frekuensi 13,56 MHz.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Dana DIPA Politeknik Negeri Batam melalui skema Penelitian Dosen Muda pada tahun 2019 oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Batam.

REFERENSI

- [1] Politeknik Negeri Batam. "Teaching Factory Manufacturing of Electronics". Internet: <https://tfme.polibatam.ac.id/>, 2017 [Feb. 20, 2019].
- [2] Deutsman, AaronD, Walter J Michels, Charles EWilson.1975.*Machine Design Theory and Practice*.NewYork: Macmillan PublishingCo,Inc
- [3] Suroso, Suatno, Ruci Gelar Tambati. "RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK DUA AXIS BERBASIS KENDALI ARDUINO UNTUK PERAGA PRAKTIKUM". Jurnal Seminar Nasional XI. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir. 2015
- [4] Endi Cahyono.Brama Magrobi Harianto."Rancang bangun meja mesin plasma cutting dengan gerak 3 axis x,y,z menggunakan motor stepper berbasis Arduino". Tugas akhir. Institute teknologi sepuluh nopember.2017
- [5] Yousif Mohsin Hasan, *Implementation and Manufacturing of a 3-Axes Plotter Machine by Arduino and CNC Shield*. 2018 International Conference on Engineering Technology and their Applications (IICETA)
- [6] Mon, Thet & Hlaing Oo, San & Phyu, Hnin. (2018). *Design and Implementation of Microcontroller Based Stepper Motor Control System for 3-Axis Airfoil Maker CNC Machine*. International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP). 8. 10.29322/IJSRP.8.9.2018.p8114.
- [7] Abdi Wibowo.Wahyu."Rancang Bangun Woodworking CNC Machine (WCM) 3 Axis (X, Y, dan Z) Menggunakan Motor Stepper Mach3 PC Base".Tugas Akhir. Institut teknologi sepuluh nopember.2017