DESAIN DAN IMPLEMENTASI PEMOTONG RING WAFER OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA328

Inra Simanjuntak [1)], Iman Fahruzi[2)]
[1, 2)] Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam
Parkway Street, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

e-mail: inra@cmanzuntx@yahoo.co.id [1)], iman@polibatam.ac.id [2]

Abstrak

Pemotong ring wafer merupakan alat yang digunakan untuk proses pemisahan wafer dari ring wafer, yang terdiri dari alas pemotong dan lingkaran pemotong, yang dioperasikan secara manual. Prinsip kerja dari alat ini dengan meletakkan wafer yang akan dipotong/dipisahkan dari ring wafer diantara alas pemotong dan lingkaran pemotong, kemudian lingkaran pemotong diputar searah jarum jam. Proses pemotongan ring wafer dipengaruhi oleh banyaknya wafer yang akan dipotong. Sehingga, membutuhkan waktu produksi yang cukup lama. Oleh karena itu, dirancanglah suatu alat pemotong ring wafer otomatis berbasis mikrokontroler yang berfungsi untuk mengurangi waktu pemotongan yang diperlukan untuk memotong wafer dari ring wafer. Alat ini terdiri dari pisau pemotong dan alas pemotong yang berbentuk lingkaran dengan diameter 30 cm terbuat dari bahan akrilik, dapat bergerak 360°. Alat ini menggunakan mikrokontroler sebagai otak utama (pengendali), motor driver sebagai penggerak 2 motor stepper yang berfungsi untuk menggerakkan alas pemotong yang terbuat dari bahan akrilik dan menggerakkan 1 motor servo sebagai penggerak pisau pemotong. Alat ini dirancang dapat memotong 2 ring wafer sekaligus dalam waktu bersamaan dan kecepatan alas pemotong dapat diatur dengan menggunakan potensiometer. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, bahwa alat ini dapat memotong 2 ring wafer dalam waktu bersamaan waktu ± 12 detik, dengan kecepatan maksimal yang dimiliki motor stepper 18.3 RPM.

***Kata Kunci**: Mikrokontroler, Motor Driver, Motor Stepper, Motor Servo, Wafer, Ring Wafer*

I. PENDAHULUAN

Dunia industri semikonduktor yang berkembang pesat saat ini, pada proses produksi banyak menggunakan mesin dan peralatan yang dioperasikan secara otomatis. Akan tetapi, masih ada perusahaan-perusahaan yang menggunakan mesin dan peralatan yang dioperasikan secara manual untuk memisahkan *wafer* dari *ring wafer* seperti dikawasan industri manufaktur mikroelektronika (Niklaus *et al.*, 2009). Berbagai rancangan untuk memperbaiki *wafer* hasil pemotongan terus berkembang sehingga menghasilkan wafer yang presisi dan menjaga kestabilan mekanik (Domke *et al.*, 2017), (Bleiker *et al.*, 2017).

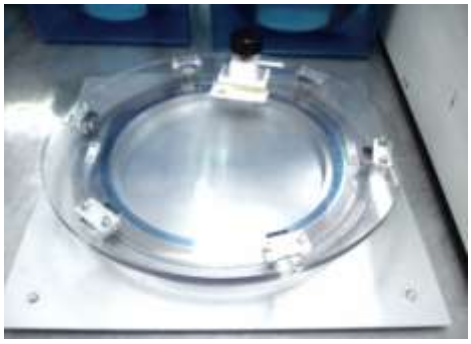
Alat ini terdiri dari pemotong berbentuk lingkaran dan alas pemotong yang berbentuk persegi, pada bagian bawah alas pemotong terdapat pisau kecil yang berfungsi sebagai pemotong. Prinsip kerja alat ini dengan cara meletakkan *wafer* yang akan dipisahkan dari ring *wafer* diantara alas pemotong dan lingkaran pemotong kemudian lingkaran pemotong diputar searah jarum jam. Proses pemotongan *ring wafer* memerlukan waktu yang cukup lama. Dikarenakan jumlah ring *wafer* yang akan dipotong tergantung banyaknya *slice wafer* yang akan dipotong atau dipisahkan dari *ring wafer*. Kondisi inilah yang melatarbelakangi penulis membuat alat pemotong *ring wafer* otomatis berbasis mikrokontroler yang dirancang untuk mengurangi waktu produksi yang diperlukan untuk memotong *wafer* dari *ring wafer*. Berkurangnya waktu produksi akan berdampak pada banyak wafer yang bisa dihasilkan sehingga meningkatkan hasil produksi.

Penelitian ini menggunakan mikrokontroler sebagai pengendali utama sistem yang berfungsi untuk menggerakkan motor stepper sebagai penggerak alas pemotong dan menggerakkan motor servo sebagai penggerak pisau pemotong. Desain dan implementasi dari perancangan yang tepat akan menghasilkan wafer dengan kualitas sesuai dengan keperluan perusahaan.

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pemotong *Ring Wafer*

Pemotong *ring wafer* merupakan alat yang digunakan untuk proses memisahkan *wafer* dari *ring wafer* yang terdiri dari lingkaran pemotong seperti pada Gambar 1, dan alas pemotong seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Pemotong *Ring Wafer*



Gambar 2. Lingkaran Pemotong (Kiri) Dan Alas Pemotong (Kanan)

Berikut ini adalah cara kerja dari alat pemotong *ring wafer* ini, yaitu : dengan cara meletakkan *ring wafer* diantara alas pemotong dan lingkaran pemotong. Kemudian lingkaran pemotong diputar 360° searah jarum jam (menggunakan tangan), hingga *ring wafer* terpisah dari *wafer*. Dalam proses pemotongan menggunakan alat pemotong *ring wafer* manual yang bergerak memotong adalah lingkaran pemotong.

2.2 Mikrokontroler (Arduino)

Mikrokontroler sebagai unit yang bertanggungjawab dalam menggerakkan perangkat yang terhubung denganny mememiliki peran penting sesuai dengan kebutuhan perancangan. Mikrokontroler yang digunakan pada pebelitian ini adalah Arduino Uno dengan spesifikasi dan karakteristik sesuai dengan desain yang diperlukan. Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328 (Putra and Fahruzi, 2021)*Board* ini memiliki 14 digital I/O pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* listrik dan tombol *reset*.

Dalam proses pembuatan alat ini, Arduino berfungsi sebagai pusat pengolah data dan pengendali komponen yang digunakan, antara lain, motor stepper, motor servo dan solenoid. Untuk mengendalikan komponen tersebut Arduino telah dilengkapi dengan program sesuai dengan kebutuhan dari alat pemotong *ring wafer* otomatis ini dengan menggerakkan mekanik dari mesin pemotong tersebut dan menggerakkan motor stepper, motor servo dan solenoid.



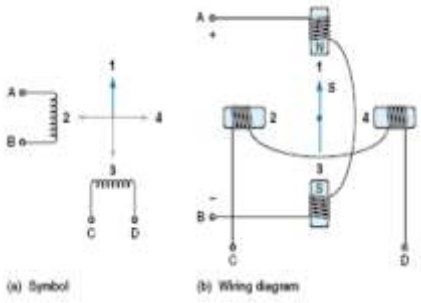
Gambar 3. Arduino Uno

Spesifikasi Arduino Uno seperti pada Gambar 3, sebagai berikut:

- Mikrokontroler ATmega328
- Catu Daya 5 V
- Tegangan *Input* (rekomendasi) 7-12V
- Tegangan *Input* (batasan) 6-20V
- Arus DC per Pin I/O 40 mA
- Arus DC per Pin I/O untuk Pin 3,3V 50 mA
- *Flash Memory* 32 KB (ATmega328) dimana 0,5 KB digunakan oleh *bootloader*
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1 KB (ATmega328)

2.3 Motor Stepper Dua-Phase (Bipolar)

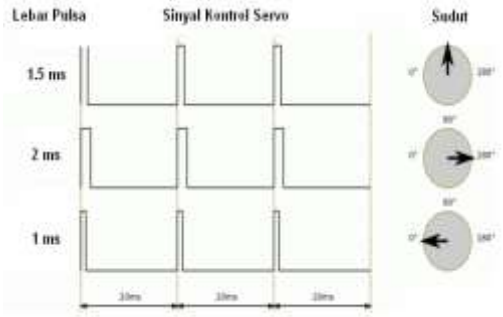
Motor stepper dua-phase (bipolar) mempunyai konstruksi yang mirip dengan jenis unipolar, hanya tidak terdapat *tap* pada kumparannya. Penggunaan motor stepper jenis bipolar memerlukan rangkaian *driver (*H *Bridge)* agar motor ini dapat berputar dalam dua arah seperti pada Gambar 4. Rangkaian ini akan mengontrol setiap kumparan secara terpisah (*independent*) termasuk polaritas untuk setiap kumparan (SYAHRUL, 2011).



Gambar 4. Simbol Dan *Wiring* Motor Stepper Dua-Phase (Bipolar)

2.4 Motor Servo

Pada Gambar 5 merupakan bentuk pensinyalan dengan pulsa 1,5 ms pada periode 20 ms maka sudut dari motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu kearah jarum jam dan semakin kecil pulsa *off* maka akan semakin besar gerakan sumbu searah jarum jam**.**



Gambar 5. Pensinyalan Motor Servo

2.5 Solenoid

Solenoid berfungsi sebagai aktuator, bekerja ketika diberi tegangan 12V. Aktif "*HIGH"* dan aktif "*LOW"* seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Solenoid

Didalam solenoid terdapat kawat yang melingkar pada inti besi. Ketika arus listrik mengalir melalui kawat, maka terjadi medan magnet untuk menghasilkan energi yang akan menarik inti besi ke dalam. Dan ketika tidak diberi arus listrik maka medan magnet akan hilang dan energi yang menarik inti besi ke dalam akan hilang juga sehingga membuat posisi inti besi ke posisi awal **(Guntoro et al., 2013.).**

2.6 *Hobby Knife* (Pisau Excel)

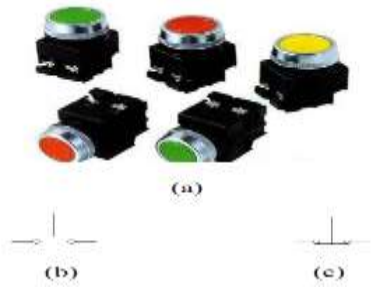
Pisau excel digunakan sebagai pisau pemotong pada alat pemotong *ring wafer* otomatis . Pisau Excel dilengkapi dengan pegangan aluminium, satu pisau ultra-tajam, dan topi pengaman seperti pada gambar 7.



Gambar 7. *Hobby Knife* Excel

2.7 *Push Button*

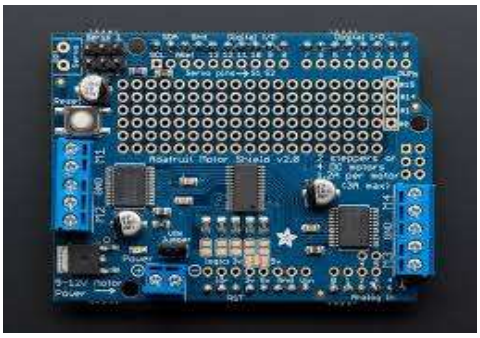
Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian-bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain (suatu sistem saklar tekan (*push button*) terdiri dari saklar tekan *start, stop, reset* dan saklar tekan *emergency*) seperti pada Gambar 8. *Push button* memiliki kontak NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*). Dalam proses pembuatan alat ini hanya menggunakan 2 *push button*, yang pertama *push button untuk* fungsi *start* dan yang kedua *push button* untuk fungsi *stop*.



Gambar 8. (a) *Push Button* (b) Simbol NO (c) Simbol NC

2.8 Motor *Driver* (Adafruit *Motor Shield*)

Motor driver merupakan salah satu perangkat umum yang digunakan untuk kendali motor DC. Motor *driver* ini nantinya bertugas untuk mengendalikan 2 motor stepper dan 1 motor servo pada alat ini. Motor *driver* yang digunakan untuk menggerakkan motor stepper adalah Adafruit motor *shield* V2 yang merupakan salah satu produk dari Adafruit. Motor shield ini adalah hasil perbaikan dari motor *shield* V1, menggunakan motor *shield* ini adalah cara termudah untuk menggerakkan motor DC atau motor stepper, mampu menggerakkan 4 motor DC atau 2 motor stepper. Motor *driver* ini memiliki *driver* TB6612 MOSFET yang memliki arus kerja sebesar 1,2 A - 3 A, dan memiliki tegangan kerja sebesar 5-12V seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Adafruit Motor *Shield*

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Sistem Mekanik



Gambar 10. Mekanik Pemotong *Ring Wafer* Otomatis

Gambar 10 merupakan mekanik pemotong *ring wafer* otomatis. Dimana, bahan yang digunakan dalam proses pembuatannya menggunakan akrilik. Dimensi pemotong *ring wafer* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Dimensi Alat Pemotong *Ring Wafer* Otomatis

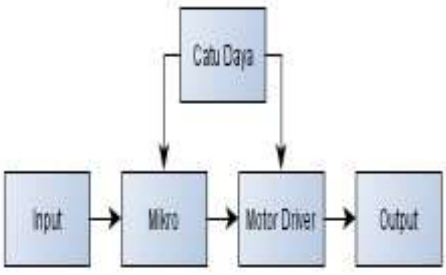
Box			**Alas Pemotong**	
Panjang	**Lebar**	**Tinggi**	**Diameter**	**Tinggi**
45 cm	40 cm	9 cm	30 cm	2.4 cm

Mekanik pemotong *ring wafer* otomatis dapat memotong dua *ring wafer* sekaligus dalam waktu bersamaan.Mekanik ini menggunakan dua motor stepper yang dapat berputar 360° searah jarum jam (alas pemotong sebelah kiri) dan berlawanan arah jarum jam (alas pemotong sebelah kanan) yang berfungsi untuk menggerakkan alas pemotong, pisau pemotong berada diantara alas pemotong yang digerakkan oleh motor stepper.

3.2 Blok Diagram

Model sistem yang diaplikasikan dalam proyek pembuatan alat ini, secara garis besar diperlihatkan pada gambar blok diagram Gambar 11. Sistem alat pemotong *ring wafer* otomatis berbasis mikrokontroler tersusun atas tiga blok utama, antara lain:

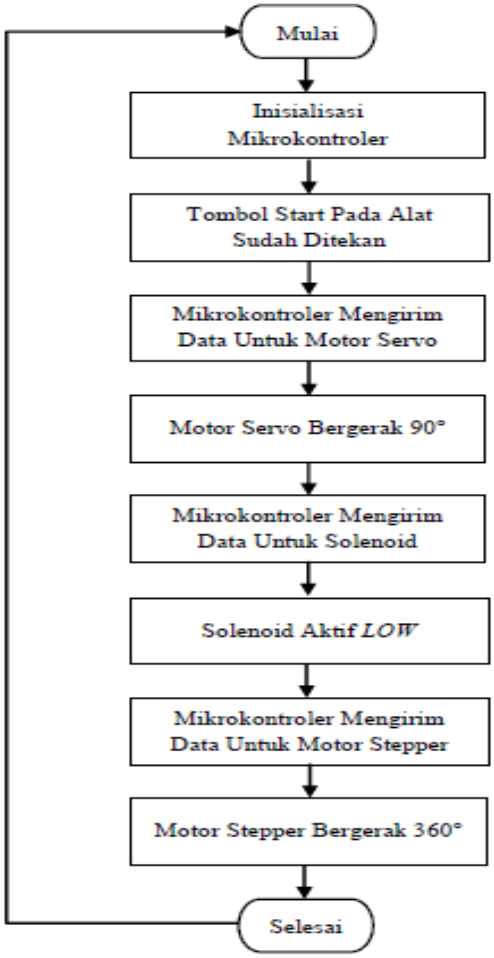
- **Bagian *Input***
  Terdiri dari *push button* (*start* atau *stop*) memberikan input data untuk mengaktifkan atau menonaktifkan alat.
- **Bagian Proses atau Pengendali**
  Terdiri dari mikrokontroler dan motor *driver*. *Input* data yang dikirimkan melalui *push button* kemudian diterima oleh mikrokontroler. Mikrokontroler mengolah data yang didapat, setelah didapat data yang sesuai dikirimkan bagian *input* kemudian diteruskan ke motor *driver*.
- **Bagian *Output***
  Terdiri dari motor stepper, motor servo dan solenoid *door lock*. Motor *driver* pertama kali akan menggerakkan motor servo dengan sudut perputaran 90° searah jarum jam , kemudian diikuti gerakan dari solenoid *door lock* aktif *LOW* dan terakhir motor stepper bergerak 360°.



Gambar 11. Blok Diagram Sistem

3.4 *Flowchart* Sistem

Seperti pada Gambar 12 menunjukkan cara kerja keseluruhan dari alat pemotong *ring wafer* otomatis, Pertama input yang dikirim berasal dari tombol *start.* Lalu input data yang dikirim tersebut akan diterima oleh unit pengendali data yakni mikrokontroler, kemudian mikrokontroler mengolah data yang telah diprogram sebelumnya. Mikrokontroler mengirim data ke motor servo untuk bergerak dengan sudut pergerakan 90° (searah jarum jam), yang berfungsi menggerakkan pisau pemotong. Kemudian mikrokontroler mengirim data ke solenoid untuk aktif *LOW*, yang berfungsi menggerakkan pisau pemotong kebawah. Selanjutnya, mikrokontroler mengirim data ke motor stepper untuk bergerak dengan sudut pergerakan 360°, yang berfungsi menggerakkan alas pemotong.



Gambar 12. *Flowchart* Sistem

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

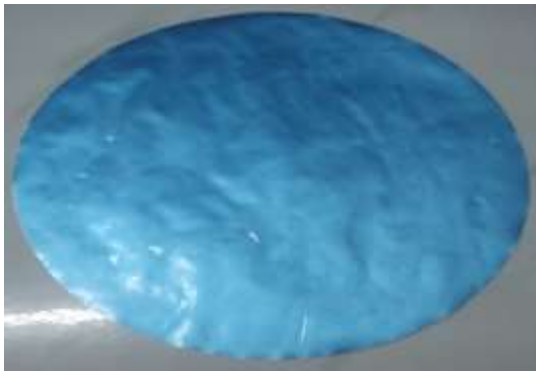
4.1 Pengujian Alat

Pengujian pada alat ini dilakukan dengan cara membandingkan alat pemotong manual dengan alat pemotong otomatis dengan perbandingan waktu pemotongan dan hasil pemotongan terhadap pemotongan manual.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Waktu dan Hasil Pemotongan *Ring Wafer*

Jumlah (Pcs)		Waktu Pemotongan (S)	
Otomatis	**Manual**	**Otomatis**	**Manual**
2 *Ring Wafer*		± 00:00:12	± 00:00:38
4 *Ring Wafer*		± 00:00:25	± 00:01:06
6 *Ring Wafer*		± 00:00:37	± 00:01:54
8 *Ring Wafer*		± 00:00:48	± 00:02:32

Kecepatan pemotongan yang digunakan adalah 18.3 RPM. Pada Tabel 2 merupakan hasil pengujian terhadap perhitungan waktu dan hasil pemotongan yang dilakukan, menunjukkan hasil yang cukup signifikan. Salah satu contoh, untuk memotong *wafer* dari *ring wafer* yang berjumlah 10 unit membutuhkan waktu sekitar 01:03 menit menggunakan pemotong otomatis, sedangkan pemotongan manual membutuhkan waktu sekitar 03:16 untuk pemotongan 10 unit. Hasil pemotongan *ring wafer* seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Hasil Pemotongan
Ring Wafer Otomatis

4.2 Analisa Alat

Berdasarkan hasil pengujian terhadap alat secara keseluruhan, dengan melakukan perbandingan dengan pemotong *ring wafer* manual. Maka diperoleh hasil pemotongan dan waktu pemotongan memiliki perbandingan sebesar 1:2. Untuk memotong 1 unit *ring wafer* membutuhkan waktu ±38 detik, sedangkan pemotong otomatis untuk memotong 2unit *ring wafer* membutuhkan waktu ±12 detik. Dapat dilihat pada Tabel 2.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan hasil pengujian keseluruhan yang dilakukan. Alat ini dirancang dapat memotong 2 *ring wafer* sekaligus dalam waktu bersamaan dan kecepatan alas pemotong dapat diatur dengan menggunakan potensiometer. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan bahwa alat ini dapat memotong 2 *ring wafer* dalam waktu bersamaan yang membutuhkan waktu ± 12 detik, dengan kecepatan maksimal yang dimiliki motor stepper 18.3 RPM. Untuk pengembangan sistem lebih lanjut, diperlukan beberapa perbaikan untuk meningkatkan kinerja sistem, antara lain adalah bahan yang digunakan untuk pembuatan lingkaran pemotong dapat menggunakan bahan yang terbuat dari logam ringan atau menambahkan sistem *vaccum*. Dikarena bahan yang digunakan sekarang yaitu akrilik dapat menyebabkan serbuk hasil gesekan antara alas pemotong yang dapat mempengaruhi *chip wafer*. Selain itu, kecepatan alas pemotong dapat ditingkatkan dengan mengganti motor stepper yang memiliki kecepatan putaran yang lebih tinggi.

VI. DAFTAR PUSTAKA

Bleiker, S.J. *et al.* (2017) 'Adhesive wafer bonding with ultra-thin intermediate polymer layers', *Sensors and Actuators A: Physical*, 260, pp. 16–23. doi:10.1016/j.sna.2017.04.018.

Domke, M. *et al.* (2017) 'Ultrafast-laser dicing of thin silicon wafers: strategies to improve front- and backside breaking strength', *Appl. Phys. A*, 123(12), p. 746. doi:10.1007/s00339-017-1374-7.

Guntoro, H., Somantri, Y. and Haritman, E. (no date) 'RANCANG BANGUN MAGNETIC DOOR LOCK MENGGUNAKAN KEYPAD DAN SOLENOID BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO', p. 10.

Niklaus, F. *et al.* (2009) 'Wafer bonding with nano-imprint resists as sacrificial adhesive for fabrication of silicon-on-integrated-circuit (SOIC) wafers in 3D integration of MEMS and ICs', *Sensors and Actuators A: Physical*, 154(1), pp. 180–186. doi:10.1016/j.sna.2009.07.009.

Putra, D. and Fahruzi, I. (2021) 'Design and Implementation Internet of Medical Things for Heart Rate Monitoring System using Arduino and GSM Network', in *2021 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (iSemantic)*. IEEE, pp. 48–53.

SYAHRUL (2011) 'MOTOR STEPPER: TEKNOLOGI, METODA DAN RANGKAIAN KONTROL', *TEKNIK KOMPUTER*, Volume 6. Available at: https://jurnal.unikom.ac.id/jurnal/motor-stepper-teknologi.c (Accessed: 28 April 2022).