

## Deteksi Wafer Menggunakan YO-LO Berbasis Barcode

Adlian Jefiza<sup>1</sup>, Bella Nur Azizah<sup>2</sup>, Harry Gunawan<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Politeknik Negeri Batam; [adlianjefiza@polibatam.ac.id](mailto:adlianjefiza@polibatam.ac.id)

<sup>2</sup> Politeknik Negeri Batam; [azizahbella1310@gmail.com](mailto:azizahbella1310@gmail.com)

<sup>3</sup> Politeknik Negeri Batam; [arigunawan289@gmail.com](mailto:arigunawan289@gmail.com)

**Abstract:** Wafer or chip is the main component in the IC Packaging process, so it should be well maintained. Wafer storage also greatly affects the condition of the wafer. Wafers will be stored in a special cabinet that is given a Nitrogen spray (N2 Cabinet), Nitrogen is useful for preventing damage to the wafer such as corrosion, discoloration and contamination. Inside the N2 cabinet can contain 16 cassettes and 1 cassette can contain as many as 25 wafers. The many projects being carried out cause a buildup of wafers stored in the N2 cabinet, this condition makes it difficult for Engineers or Technicians to find wafers. One of the factors causing the buildup is due to the mixing of expired wafers and new wafers. The author tries to create a device to help provide a solution to the anxiety experienced. A camera that functions to read the barcode on the wafer in order to read the wafer lot ID in the cassette, YO-LO as a processor of the reading results from the camera to be configured with the mongo DB database that was previously manually keyed in by the user for wafer data details, then the results of the information data will be displayed on the website. Based on the test results that have been carried out as many as 70 times, the barcode shortening results and wafer data details can be displayed on the web in real time.

**Keywords:** Wafer; YO-LO; Mongo DB; Website, .

**Abstrak:** Wafer atau chip adalah komponen utama dalam process IC Packaging, sehingga sudah seharusnya di rawat dengan baik. Penyimpanan wafer juga sangat berpengaruh pada kondisi wafer. Wafer akan di simpan di lemari khusus yang diberi semburan Nitrogen (N2 Cabinet), Nitrogen berguna untuk menghindari adanya kerusakan pada wafer seperti korrosion, disscoloration dan contaimitation. Di dalam N2 cabinet dapat memuat 16 cassette dan 1 cassette dapat memuat sebanyak 25 wafer. Banyak nya project yang sedang dilakukan menyebabkan adanya penumpukan wafer yang tersimpan di N2 cabinet, kondisi tersebut membuat Engineer atau Teknisi kesulitan untuk mencari wafer. Salah satu faktor terjadinya penumpukan karena tercampurnya wafer yang sudah expire dan wafer baru. Penulis mencoba membuat suatu perangkat untuk membantu memberikan solusi atas keresahan yang di alami. Kamera yang berfungsi untuk membaca barcode pada wafer guna membaca lot Id wafer yang berada di dalam cassette, YO-LO sebagai pengelola hasil pembacaan dari kamera untuk dikonfigurasi dengan database mongo DB yang sebelumnya di key in manual oleh pengguna untuk detail data wafer, lalu hasil data informasi akan ditampilkan di website. Bedasarkan hasil pengujian yang telah di lakukan sebanyak 70 kali percobaan hasil pendeksian barcode dan detail data wafer dapat di tampilkan di web secara real time.

**Kata kunci:** Wafer; YO-LO; Mongo DB Website.

Diterima: tanggal  
Direvisi: tanggal  
Diterima: tanggal  
Diterbitkan: tanggal  
Versi sekarang: tanggal



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.  
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

### 1. Pendahuluan

Dalam Proses pembuatan IC Packaging chip atau die adalah komponen utama dalam process pembuatan IC Packaging. Chip atau Die tersebut dikemas dan di gabungkan dalam 1 slice yang disebut wafer. Ukuran diameter dari wafer tersebut berbeda beda tergantung quantity yang di inginkan. PT. Infineon Technologies sendiri saat ini memproduksi wafer dengan diameter ukuran 6 inc, 8 inc dan 12 inc. Wafer tersebut setelah selesai melalui proses manufactur semikonduktor menjadi wafer di Front End area selanjutnya akan di kirim ke proses Back End area untuk memproses wafer menjadi produk IC (Integrated Circuit). Wafer diterima pertama kali di Back end area akan melewati wafer mounting, wafer sawing dan Autovision wafer. Tahapan tersebut di lakukan di pre-assembly process.

Pada Proses wafer mounting, wafer akan diberi tape atau perekat guna menahan die tetap dengan posisinya pada saat dilakukan sawing process. Untuk pemasangan tape diperlukan ring wafer sebagai penahan tape dan wafer. Lalu diproses wafer mounting ini juga akan dipasangkan ID barcode sebagai identitas dari wafer tersebut. Setelah melewati wafer mounting, wafer tersebut akan melewati wafer sawing yaitu proses memotong wafer sesuai dengan jalan potong pada wafer guna memisahkan satu unit die dengan unit die yang lain. Dan terakhir dalam process preassembly akan dilakukan autovision wafer yang dilakukan untuk pengecekan quality die setelah selesai dari wafer sawing.

Setelah selesai melalui proses di Pre-Assembly wafer selanjutnya akan disimpan terlebih dahulu di cabinet yang diberi semburan Nitrogen (N2 Cabinet) untuk menghindari adanya korosi pada bond pad jika diletakkan di suhu ruangan. Untuk penyimpanannya wafer tersebut harus menggunakan cassette sebagai tempat penyusunan wafer. Cassete tersebut memiliki 25 slot wafer yang bisa di masuki ke dalam 1 cassette tersebut. Lalu setelah itu wafer akan terlebih dahulu di simpan di lemari yang diberi semburan Nitrogen (N2 Cabinet) sebelum ke proses Die Attach [1]. Wafer slice Perlu di simpan di dalam cassette merah yang dikhususkan untuk new wafer setelah proses PreAssembly. Setelah wafer digunakan jika masih ada chip yang tersisa maka wafer tersebut akan disimpan kembali ke N2 cabinet [2].

Wafer yang memiliki sisa chip akan di letakkan di cassette mana saja yang memiliki slot kosong. Sehingga akan kesulitan untuk mencari wafer tersebut jika ingin digunakan kembali. Dan juga tidak adanya data wafer yang memberikan update informasi terkait lokasi wafer berada. Penumpukan wafer yang sudah expired juga membuat kesulitan dalam mencari wafer yang akan di build hari itu. Sehingga Teknisi atau Engineer membutuhkan waktu bisa 1 sampai 3 jam untuk mencari wafer. Ini terjadi karena tidak adanya orang yang bertanggung jawab utama dalam hal material handler di Front Of Line (FOL) area.

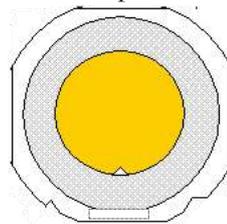
Penelitian ini bertujuan merancang sistem informasi inventaris berbasis web berdasarkan permasalahan yang ada sebagai solusi dari permasalahan yang muncul. Pengolahan data yang kurang optimal perlu ditingkatkan dengan sistem baru yang terkomputerisasi dan terintegrasi dengan baik agar pengolahan data menjadi lebih efisien dan efektif. Oleh karena itu disamping menggunakan sistem data informasi sebagai database, penulis juga menambahkan kamera guna untuk melihat secara realtime lokasi wafer yang tersusun dalam cassette. Sehingga lokasi wafer akan yang di deteksi oleh kamera akan diconfigurasi oleh data wafer yang berada di database[3].

Dengan Demikian, Upaya menghindari adanya kesalahan dalam penggunaan wafer dan lamanya waktu yang di butuhkan untuk pencarian wafer akan berkurang. Dalam hal ini juga memudahkan engineer dan teknisi untuk mengakses data wafer yang akan di kerjakan dan bisa di akses kapanpun.

## 2. Tinjauan Literatur

### 2.1 Wafer

Wafer adalah bahan semikonduktor yang terdiri dari ribuan chip di dalamnya. Chip tersebut adalah komponen utama dari pembuatan IC (Integrated Circuit) [4]. Dalam hal ini Penulis menjadikan wafer sebagai object yang akan dimonitoring. Wafer yang digunakan adalah ukuran 8 inch. Kegiatan monitor dilakukan dengan cara pembacaan wafer lot ID. Pembacaan tidak langsung dari wafer tetapi melalui barcode ID wafer yang sudah di print lalu di tempelkan pada ring wafer, penempelan barcode wafer ID dilakukan pada saat wafer mount process. Berikut Gambar 1 menampilkan wafer setelah proses wafer mounting [5], [6].



2.2.2. Wafer Casset      Gambar 1 Wafer

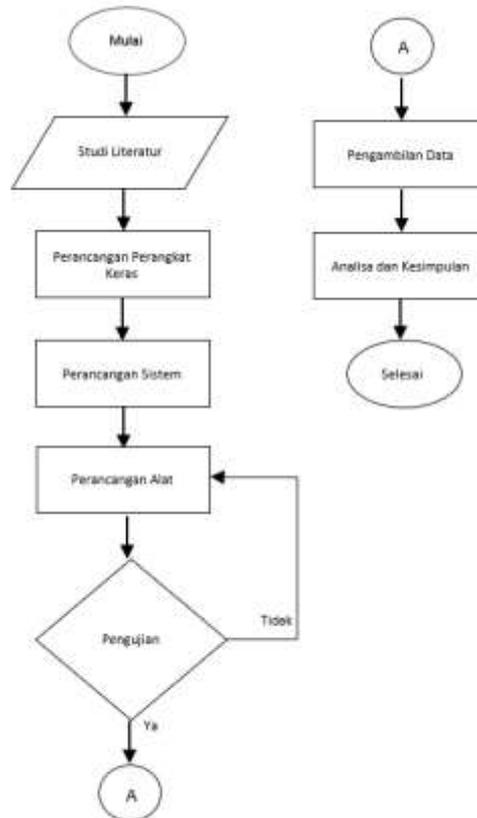
Wafer Cassete adalah tempat penyimpanan wafer setelah process mounting dan sawing, berbentuk seperti Rak dan dapat memuat hingga 25 wafer di dalamnya . Memiliki ukuran sebesar 205 X 285 mm.



Gambar 2 Wafer Cassete

### 3. Metode

Perancangan pada tugas akhir ini memuat keseluruhan proses dan bagian dari alat secara garis besar. Keseluruhan rancangan dibuat sebagai acuan pembuatan alat agar mencapai tujuan yang telah ditentukan.

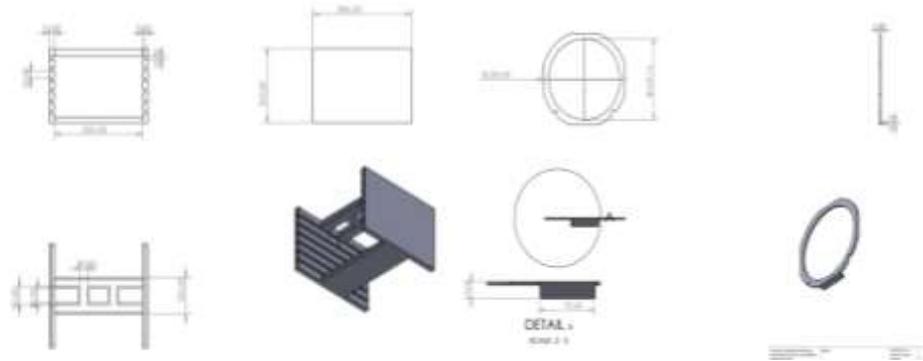


Gambar 3 Alur Penelitian

Pada gambar 3 Menampilkan Flowchart perancangan pada penelitian tugas akhir yang dimulai dari studi literatur, kemudian perancangan perangkat keras yang meliputi desain mekanikal dan elektrikal serta pemograman, kemudian perancangan sistem, serta perancangan alat secara keseluruhan, setelah itu dilakukan pengujian yang mana jika tidak berhasil maka akan dilakukan pengecekan alat Kembali, dan jika berhasil maka dilakukan pengambilan data dan Analisa data sehingga dapat disimpulkan, setelah itu penulisan akan membuat laporan tugas akhir dari keseluruhan proses yang telah dilakukan.

### 3.1. Perancangan Desain Mekanik

Perancangan desain mekanikal berupa prototype cassette wafer yang digunakan oleh perusahaan. Prototype ini di buat sebagai penunjang tugas akhir ini untuk melakukan simulasi pembacaan secara realtime dengan metode YO-LO. Prototype ini menggunakan bahan akrilik sebagai bahan utamanya. Komponen terdiri dari cassette, ringframe dan camera.



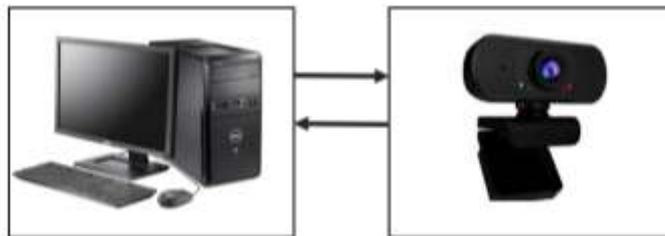
Gambar 5 Desain Mekanikal Cassete

Gambar 4 Desain Ringframe Wafer

Pada gambar 5 adalah casete wafer yang berfungsi untuk meletakkan ringframe wafer, memiliki 5 slot untuk ringframe. Pada gambar 4 adalah ringframe wafer, bagian depan sedikit dibuat lebih lebar untuk ID brcode sehingga camera mudah untuk menangkap gambar barcode.

### 3.2. Perangkat Vision

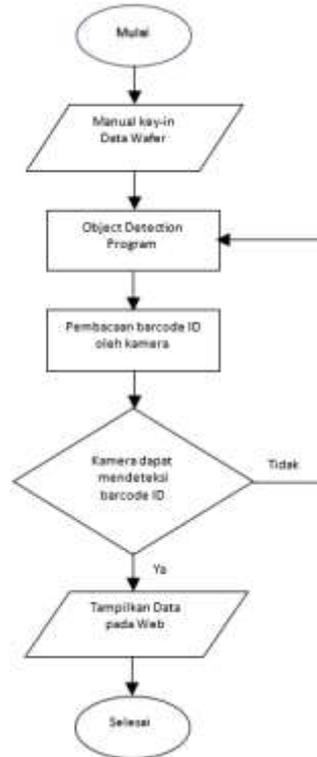
Berikut Merupakan perangkat vision yang akan dibuat pada penelitian ini :



Gambar 6 Perangkat Vision

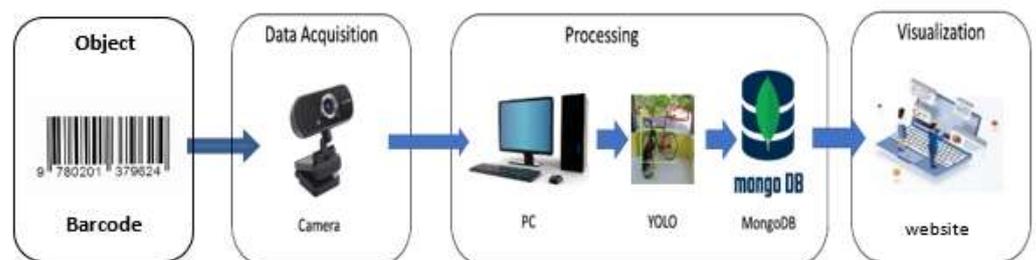
Pada gambar 6 diatas menunjukkan perangkat vision yang terdiri dari dua komponen yaitu Personal Computer(PC) atau laptop sebagai otak dalam penelitian ini dan dihubungkan dengan kamera sebagai pendeteksi keberadaan wafer[7]

### 3.3. Perancangan Sistem



Gambar 7 Diagram kerja alat

Perancangan sistem secara garis besar dapat dilihat seperti gambar 3 diagram alir di atas. Sistem dibuat sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, yaitu membuat Data informasi wafer dan lokasi wafer secara update di suatu cassette yang bisa dilihat secara realtime melalui website. Sehingga, lokasi wafer akan update secara realtime dan akan menampilkan data wafer dan lokasi terkini wafer di interface web. Begitu pula, jika camera tidak bisa membaca ID barkode secara jelas maka akan menampilkan error sehingga update data yang diinginkan tidak akan bisa di tampilkan di interface web.



Gambar 8 Blok diagram sistem

Dari Blok diagram sistem diatas kamera mengambil gambar cassette kemudian mengambil gambar barcode pada wafer yang mana kamera melakukan secara real-time, kemudian komputer menerima gambar dari kamera, kemudian program YOLO bekerja untuk memproses gambar barcode yang telah diterima dari kamera dan kemudian mengubah data gambar tersebut kedalam bentuk data barcode, setelah data barcode terbaca maka input data wafer yang telah disimpan pada database mongo DB akan ditampilkan ke dalam web beserta letak posisi dari wafer tersebut[8].

### 3.4. Perancangan Database

Perancangan database menggunakan mongoDB yang mana perancangan database yang dilakukan untuk membuat serta menyimpan data dari wafer yang ada, meliputi wafer id,

preassy date, basic type, packages, b\_detail dan owner dari wafer tersebut. Semua detail data wafer yang telah di simpan dalam datatase ini akan ditambihkan didalam interface web tergantung wafer mana yang akan di detect keberadaan lokasi nya oleh kamera[9].

**3.4. Perancangan Web**

Perancangan web dilakukan untuk membuat web monitoring atau pemantauan Hasil pembacaan barcode. Web ini merupakan Local web yang akan menampilkan hasil tangkapan camera yaitu ID barcode lalu melakukan pembacaan barcode. Tampilan meliputi wafer id, Preassy date, Basic type, package, Build Detail dan Owner. Dan meliputi juga shortcut video yang mana menampilkan hasil video dari web cam yang berfungsi untuk mengatur pembagian wilayah pembacaan wafer. Semua tampilan interface ini dibuat dengan bahasa pemrograman. Pengkondisian seluruh gambar visual pada interface juga diatur pada program [10].

**3.5. Pengujian**

**3.5.1. Pengujian Berdasarkan Jarak Kamera**

Pengujian ini dilakukan dengan men-simulasikan apakah algoritma YO-LO dapat mendeteksi keberadaan barcode wafer dengan jarak yang ditentukan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui berapa jarak yang dapat dibaca oleh kamera terhadap barcode. Untuk Pengujian ini dilakukan sebanyak 150 kali percobaan.

**3.5.2. Pengujian Penundaan Keluaran pada Web**

Pengujian terhadap kemungkinan terjadi penundaan keluaran dilakukan untuk mengetahui seberapa lama proses pengiriman sinyal input dari kamera untuk menghasilkan keluaran yang ada pada tampilan interface web. Data waktu yang dikumpulkan dalam satuan detik.

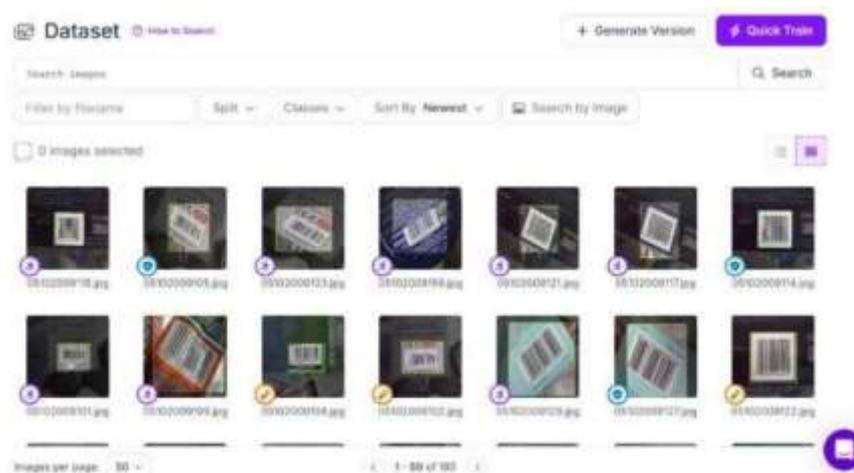
**3.5.3. Pengujian Kondisi Output**

Pengujian ini dilakukan dengan men-simulasikan antara pembacaan output barcode dari camera dengan data yang telah diinputkan secara manual sebelumnya sesuai dengan tampilan di dalam web. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ketepatan pembacaan barcode dengan actual barcode yang terpasang dan data yang sudah di input sebelumnya sesuai dengan yang ada di web. Pengujian ini dilakukan sebanyak 45 kali dengan mencocokkan dengan data yang telah diinputkan.

**4. Hasil dan Pembahasan**

**4.1. Pengumpulan Datasheet**

Tahap pengumpulan dataset dilakukan dengan mengambil berbagai macam bentuk barcode yang telah tersedia pada roboflow. Dataset gambar barcode yang diperoleh setelah hasil.



Gambar 9 Datasheet Barcode

Gambar 9 menunjukkan dataset gambar barcode, dataset ini memiliki peranan penting dalam proses pelatihan model yolov5 di roboflow guna untuk mengenali objek berdasarkan

anotasi yang telah di dibuat serta gambar yang diberikan. Dari gambar diatas merupakan tampilan dari dataset barcode yang mana terdapat 180 gambar barcode dengan format jpg dengan bentuk posisi barcode yang berbeda-beda.

#### 4.2. Pelabelan Gambar

Pada tahap pelabelan, gambar akan diberikan label sesuai dengan class atau alfabetnya masing-masing agar sistem dapat mengenali gesture alfabet apa saja yang terdeteksi. Aplikasi yang digunakan pada proses pelabelan adalah Roboflow, dikarenakan Roboflow dapat dengan mudah di akses melalui browser dan Roboflow merupakan rekomendasi dari YOLO itu sendiri



Gambar 10 contoh pelabelan barcode

Gambar 10 merupakan tampilan dari roboflow yang mana disini gambar dataset yang telah di unggah ke dalam roboflow sekarang di beri pelabelan , untuk tugas akhir ini hanya menggunakan satu pelabelan yaitu barcode. Proses pelabelan barcode ini dilakukan manual dengan cara satu persatu gambar di beri pelabelan



Gambar 11 Training Barcode

Pada gambar 11 menunjukan setelah dilakukan proses augmentasi untuk menambahkan data agar bervariasi bentuk datanya. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan augmentasi flip : horizontal dan vertical. Didapatkan lah total 345 data images barcode yang mana dataset dibagi 291 images barcode (84%) sebagai Train set, 36 data images barcode (10%) sebagai Valid set dan 18 images barcode (5%) sebagai test set.

Dalam penelitian ini, YOLOv5 digunakan untuk mendeteksi keberadaan barcode, dari pegujian ini mendapatkan hasil mAP (Mean Average Precision) 99.5% , tingkat presisi tertinggi yaitu 97.3% dan Recall sebesar 98.8 %, setelah selesai training data maka menghasilkan berupa file best.pt , file ini lah yang akan digunakan sebagai pendeteksi keberadaan barcode pada wafer.



Gambar 12 Testing detect Barcode

Dari gambar 12 diatas dapat dilihat bahwa dari kelima barcode yang ada pada gambar diatas dapat dideteksi oleh camera dengan bantuan yolov5 sebagai pendeteksi barcode, dilihat terdapat nilai bounding box yang berbeda-beda, yang mana itu disebabkan oleh resolusi kamera itu sendiri dan intensitas cahaya

Pada bagian ini, penulis perlu menjelaskan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan, sumber dataset, analisis data awal, hasil, dan analisis/pembahasan hasil. Sangat disarankan untuk menyajikan hasil dengan gambar, grafik, dan tabel. Rumus atau alat ukur evaluasi juga perlu disertakan di sini. Harus ada pembahasan/analisis, dan Anda tidak bisa hanya menulis ulang hasil dalam bentuk kalimat, tetapi Anda perlu memberikan penjelasan tentang hubungannya dengan hipotesis awal. Selain itu, bagian ini perlu membahas dan menguraikan temuan-temuan penting.

### 4.3. Hasil Realisasi Perancangan Hardware

Pada sub bab ini menjelaskan tentang hasil realisasi perangkat keras (hardware) yang telah dibuat sesuai dengan perencanaan sebelumnya. Terdiri dari cassette, ring wafer, dan seluruh komponen pendukung lainnya.



Gambar 13 Cassete Wafer



Gambar 14 Ring Wafer

Pada gambar 13 Merupakan gambar hasil realisasi dari desain mekanikal prototype cassette wafer. Cassete wafer ini digunakan sebagai alat simulasi pada project ini, bahan utama untuk perancangan cassette wafer ialah bahan akrilik dengan ukuran keseluruhan sebesar 25.5

x 28.5 cm. Cassete wafer memiliki 5 yang setiap slotnya akan diletakkan sebuah ring wafer. Pada Gambar 14 Merupakan gambar prototype dari bentuk ring wafer pada project ini bentuk ring wafer sedikit dimodifikasi dari bentuk asli nya. Dimana adanya penambahan barcode tag di bagian pinggiran posisi depan ring wafer dengan ukuran tag 10 x 2 cm. Berfungsi untuk memudahkan kamera untuk menangkap pembacaan barcode. Bahan utama yang digunakan untuk ring wafer ini ialah bahan akrilik dengan ukuran diameter 26,5 cm

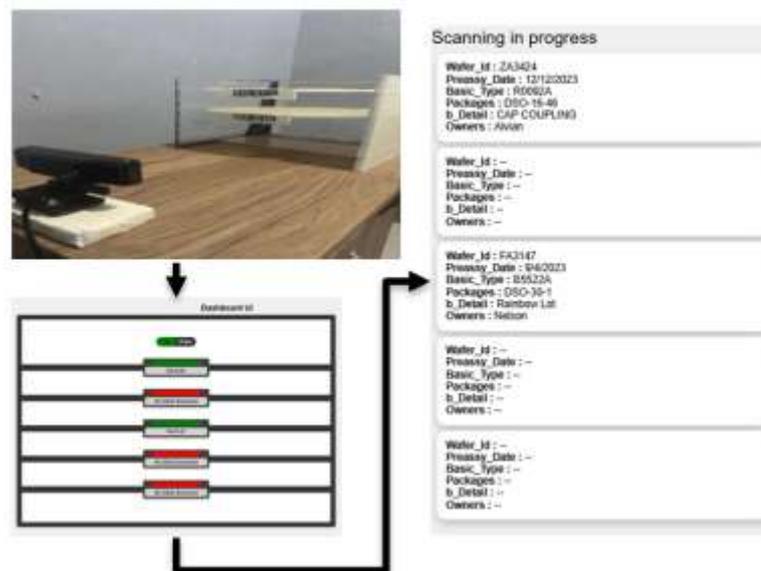


Gambar 15 Mekanikal Keseluruhan Wafer Cassete

Pada gambar 15 merupakan kondisi keseluruhan mekanikal dan pemasangan kamera terhadap wafer cassette. Ring wafer akan di letakkan sesuai slot yang sudah disediakan pada wafer casset, lalu kamera di letakkan di depan wafer cassette menghadap wafer ID barcode yang sudah di tempelkan pada barcode tag.

**4.4. Hasil Realisasi Pengujian Sistem**

Sistem akan dijalankan dengan beberapa wafer yang telah di tempelkan barcode di masing-masing wafer nya, Setiap barcode wafer memiliki data-data yang telah disimpan dalam database, pengujian dilakukan apakah sistem dapat dengan benar mendeteksi keberadaan wafer dan juga dapat menampilkan detail data yang tersimpan pada wafer tersebut. Berikut merupakan hasil pembacaan barcode oleh kamera yang kemudian data barcode di kirim ke website dan ditampilkan posisi dari wafer tersebut.

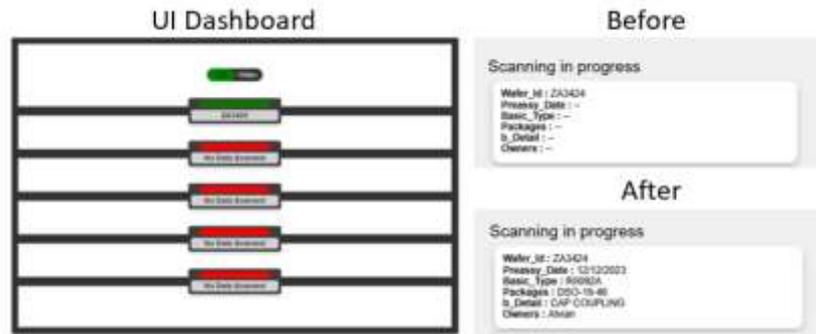


Gambar 16 Pengujian Sistem

**4.4. Hasil Database**

Pengujian database yang telah di rancang di monggoDB bisa dilihat dari gambar 17 di bawah memperlihatkan sebelum penambahan database dan setelah penambahan database, bisa dilihat perbedaannya, tujuan dari pengujian ini yaitu untuk memastikan bahwasanya

Barcode wafer yang telah di deteksi memiliki detail pada wafer tersebut yang mana detail wafer tersebut disimpan dalam database monggoDB.



Gambar 17 Penambahan Database

**4.5. Hasil Implementasi Data**

Keseluruhan data telah diuji untuk ditemukan keakuratan proses pendeteksian barcode pada wafer. Untuk penghitungan, dihitung berdasarkan tiap – tiap keberadaan barcode wafer dan berapa banyak jumlah wafer yang di deteksi. Untuk perhitungan data sebagai berikut :

$$Presentasi\ keberhasilan = \frac{jumlah\ Barcode\ Benar}{jumlah\ barcode} \times 100\% \tag{1}$$

$$Presentasi\ kegagalan = \frac{jumlah\ Barcode\ Salan}{jumlah\ barcode} \times 100\% \tag{2}$$

Hasil dari perhitungan pada Tabel.1 akan dicari nilai akurasi menggunakan persamaan (1) dan (2). Hasil pengenalan untuk keseluruhan data uji pada template matching dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pendeteksian Wafer

Jumlah Barcode	Pembacaan Benar	Pembacaan salah	% keberhasilan	% kegagalan
45	45	0	100 %	0%

Berdasarkan Tabel 1. Diperoleh persentase keberhasilan sebesar 100 % dengan kegagalan sebesar 0 %. Hasil ini menunjukkan keberhasilan sistem dalam mendeteksi wafer dengan baik. Selanjutnya dilakukan pengambilan data.

**4.5 . Pengambilan Data**

Tahapan pengambilan data dilakukan dengan beberapa metode seperti pengujian jarak wafer, pengujian waktu pengiriman data, dan pengujian output pada database berdasarkan karakter id wafer.

Pada pengujian jarak, dilaksanakan selama 5 kali pengujian dengan jarak yang berbeda-beda. Adapun jarak yang digunakan adalah 5 cm, 10 cm, 15 cm, 20 cm, 25 cm, dan 30 cm. Untuk hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Hasil Pengujian Berdasarkan Jarak Kamera

Data Monitoring Jarak Pembacaan Barcode ID									
Jarak Pengujian	Pemantauan	Pengujian	Kondisi Aktual	Kondisi Output pada web	Jarak Pengujian	Pemantauan	Pengujian	Kondisi Aktual	Kondisi Output pada web
5 cm	Slot 1	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Tidak ada Terdeteksi	10 cm	Slot 1	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Tidak ada Terdeteksi
	Slot 2	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Tidak ada Terdeteksi		Slot 2	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Tidak ada Terdeteksi
	Slot 3	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Tidak ada Terdeteksi		Slot 3	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Tidak ada Terdeteksi
	Slot 4	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Tidak ada Terdeteksi		Slot 4	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Tidak ada Terdeteksi
	Slot 5	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Tidak ada Terdeteksi		Slot 5	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Tidak ada Terdeteksi
15 cm	Slot 1	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi	20 cm	Slot 1	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi
	Slot 2	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi		Slot 2	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi
	Slot 3	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi		Slot 3	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi
	Slot 4	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi		Slot 4	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi
	Slot 5	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi		Slot 5	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi
25 cm	Slot 1	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi	30 cm	Slot 1	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi
	Slot 2	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi		Slot 2	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi
	Slot 3	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi		Slot 3	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi
	Slot 4	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi		Slot 4	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi
	Slot 5	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi		Slot 5	5 Kali Pengujian	Semua Terdeteksi	Semua Terdeteksi

Berdasarkan hasil pengujian jarak pada tabel 2, diperoleh hasil pengujian yang belum bagus. Untuk pengujian jarak 5 dan 10 cm, sistem belum bisa membaca data dengan baik pada website. Sedangkan di jarak 15 sampai 30 cm, seluruh data dapat terbaca secara aktual dan dapat ditampilkan pada website. Selanjutnya dilakukan pengujian penggunaan waktu

pengiriman data setiap slot. Pengujian dilaksanakan sebanyak 10 kali. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3 Hasil Pengujian Penundaan Pada Web

Data Penundaan Hasil Pembacaan Pada WEB					
Pengujian	Slot 1	Slot 2	Slot 3	Slot 4	Slot 5
1	0.58s	0.73s	0.66s	0.94s	0.53s
2	0.39s	0.53s	1.03s	0.48s	0.39s
3	0.51s	0.63s	0.73s	0.81s	0.63s
4	0.91s	0.49s	0.63s	0.63s	0.83s
5	0.83s	0.76s	0.76s	0.63s	0.99s
6	0.39s	0.43s	0.89s	0.49s	<b>1.05s</b>
7	0.90s	0.84s	0.99s	0.64s	0.73s
8	0.66s	0.78s	0.66s	0.48s	0.51s
9	0.68s	0.88s	0.86s	0.83s	0.66s
10	0.41s	0.78s	0.73s	0.84s	0.94s
Rata-rata	0.626s	0.685s	<b>0.794s</b>	0.677s	0.726s

Berdasarkan hasil pada Tabel 3, rata-rata penundaan waktu dalam pembacaan wafer pada website terjadi paling lama di slot 3 selama 0,794 detik. Waktu terlama penundaan terjadi pada pengujian kedua pada slot 5 yaitu selama 1,05 detik. Untuk slot tercepat dalam pengiriman data ke website terdapat pada slot 1 selama 0.626 detik dengan pengujian tercepat terdapat pada pengujian ke 2 dan 6 pada slot 1, dan pengujian kedua pada slot 5 yaitu selama 0,39 detik. Selanjutnya dilakukan pengujian kondisi output pada database dan pembacaan karakter. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Pembacaan output

Barcode	Lokasi	Terbaca	Benar	Salah	Lampiran Database
FA1347	Slot 1	FA1347	V	-	SLOT 3 Wafer_Id : FA1347 Processy_Date : 5/4/2023 Basic_Type : B5522A Packages : DSD-30-1 b_Detail : Rainbow Lot Owners : Nelson
	Slot 2	FA1347	V	-	
	Slot 3	FA1347	V	-	
	Slot 4	FA1347	V	-	
	Slot 5	FA1347	V	-	
BA3310	Slot 1	BA3310	V	-	SLOT 5 Wafer_Id : BA3310 Processy_Date : 5/4/2023 Basic_Type : F3223C Packages : DSD-22-1 b_Detail : COGLSIP Owners : Dennis
	Slot 2	BA3310	V	-	
	Slot 3	BA3310	V	-	
	Slot 4	BA3310	V	-	
	Slot 5	BA3310	V	-	
PF3108	Slot 1	PF3108	V	-	SLOT 2 Wafer_Id : PF3108 Processy_Date : 11/20/2023 Basic_Type : G8055S Packages : DSD-30-1 b_Detail : Rainbow Lot Owners : SC
	Slot 2	PF3108	V	-	
	Slot 3	PF3108	V	-	
	Slot 4	PF3108	V	-	

	Slot 5	PF3108	V	-	
FA3112	Slot 1	FA3112	V	-	SLOT 4 Wafer_Id : FA3112 Pressy_Date : 7/6/2023 Basic_Type : T0952A Packages : D9D-3-66 b_Detail : FAR 5 Owners : Hariz
	Slot 2	FA3112	V	-	
	Slot 3	FA3112	V	-	
	Slot 4	FA3112	V	-	
	Slot 5	FA3112	V	-	
ZA3424	Slot 1	ZA3424	V	-	SLOT 1 Wafer_Id : ZA3424 Pressy_Date : 12/12/2023 Basic_Type : R0092A Packages : D9D-16-46 b_Detail : CAP COUPLING Owners : Adlian
	Slot 2	ZA3424	V	-	
	Slot 3	ZA3424	V	-	
	Slot 4	ZA3424	V	-	
	Slot 5	ZA3424	V	-	

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisa pendeteksian barcode wafer yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Data informasi wafer dan lokasi wafer secara update di suatu cassette yang bisa dilihat secara realtime melalui website dapat mempermudah teknisi dalam mencari wafer yang akan di gunakan.
2. Program YO-LO yang dapat mendeteksi serta mengklasifikasi multi barcode yang ada pada cassette wafer. Dibuktikan setelah melakukan pengujian kondisi output sebanyak 45 kali percobaan.
3. Memuat hasil data informasi wafer dan lokasi wafer secara update dan real-time dengan menggunakan YOLO sebagai sistem pendeteksian objek barcode dan terintegrasi pada database. Dibuktikan setelah melakukan pengujian hasil database dapat ditampilkan di web pada saat pembacaan barcode.

**Kontribusi Penulis:**“Konseptualisasi: Bella; Metodologi: Harry; Perangkat Lunak: Harry; Validasi: Adlian, Bella dan Harry; Analisis formal: Bella; Investigasi: Harry; Sumber daya: Bella; Kurasi data: Harry; Penulisan—persiapan draf asli: Adlian; Penulisan—peninjauan dan penyuntingan: Adlian; Visualisasi: Adlian; Supervisi: Adlian; Administrasi proyek: Adlian; Akuisisi pendanaan: Bella dan Harry”

**Pendanaan:** “Penelitian didanai oleh biaya pribadi”

**Pernyataan Ketersediaan Data:** Kami bersedia untuk makalah ini dipublikasi

**Ucapan Terima Kasih:** Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari semua pihak yang ikut dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

**Konflik Kepentingan:** “Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.” interpretasi data; dalam penulisan naskah; atau dalam keputusan untuk menerbitkan hasil”.

### Referensi

- [1] M. Lee, C. F. Huang, An-Hong Liu, and Yi-Chang Lee, “RFID implementation in inventory management of wafer cassettes and probe cards in wafer testing houses,” in *2008 International Conference on Electronic Materials and Packaging*, Taipei, Taiwan: IEEE, Oct. 2008, pp. 111–114. doi: 10.1109/EMAP.2008.4784242.

- [2] U. Kaempf, "Automated wafer transport in the wafer Fab," in *1997 IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference and Workshop ASMC 97 Proceedings*, Cambridge, MA, USA: IEEE, 1997, pp. 356–361. doi: 10.1109/ASMC.1997.630762.
- [3] H. Handayani, A. M. Ayulya, K. U. Faizah, D. Wulan, and M. F. Rozan, "Perancangan Sistem Informasi Inventory Barang Berbasis Web Menggunakan Metode Agile Software Development," *J. Test. Dan Implementasi Sist. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 29–40, Mar. 2023, doi: 10.55583/jtisi.v1i1.324.
- [4] "What is a semiconductor?" Accessed: May 21, 2025. [Online]. Available: [https://depts.washington.edu/matseed/mse\\_resources/Webpage/semiconductor/semiconductor.htm](https://depts.washington.edu/matseed/mse_resources/Webpage/semiconductor/semiconductor.htm)
- [5] R. Kisiel and Z. Szczepański, "Trends in assembling of advanced IC packages," *J. Telecommun. Inf. Technol.*, no. 1, pp. 63–69, Mar. 2005, doi: 10.26636/jtit.2005.1.291.
- [6] R. Chaware *et al.*, "Assembly challenges in developing 3D IC package with ultra high yield and high reliability," in *2015 IEEE 65th Electronic Components and Technology Conference (ECTC)*, San Diego, CA: IEEE, May 2015, pp. 1447–1451. doi: 10.1109/ECTC.2015.7159787.
- [7] A. Anhar and R. A. Putra, "Perancangan dan Implementasi Self-Checkout System pada Toko Ritel menggunakan Convolutional Neural Network (CNN)," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 11, no. 2, p. 466, Apr. 2023, doi: 10.26760/elkomika.v11i2.466.
- [8] R. Wudhikarn, P. Charoenkwan, and K. Malang, "Deep Learning in Barcode Recognition: A Systematic Literature Review," *IEEE Access*, vol. 10, pp. 8049–8072, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3143033.
- [9] H. Matallah, G. Belalem, and K. Bouamrane, "Comparative Study Between the MySQL Relational Database and the MongoDB NoSQL Database," *Int. J. Softw. Sci. Comput. Intell.*, vol. 13, no. 3, pp. 38–63, Jul. 2021, doi: 10.4018/IJSSCI.2021070104.
- [10] M. R. Joy, S. Bairavel, and R. Dhanalakshmi, "Implementing QR Code-Based Contact Tracing Framework," in *2021 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)*, Puducherry, India: IEEE, Jul. 2021, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICSCAN53069.2021.9526486.