

## PENGEMBANGAN SISTEM PENGATURAN KUAT TEKANAN PADA ALAT SCREEN COATING UNTUK MEMBUAT LAPISAN TIPIS BERBASIS ARDUINO UNO

**Rahmatul Fitria<sup>1)</sup> Yohandri<sup>2)\*</sup>**

<sup>1)</sup>Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

<sup>2)</sup>Dosen Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

<sup>1)</sup>rahmatulfitria153@gmail.com, <sup>2)\*</sup>yohandri@fmipa.unp.ac.id

### ABSTRACT

*Thin layer is a layer made of very thin material with a scale between nano and millimeter. To get a good quality coating, there are several methods that can be used, one of which is the screen coating technique. Screen Coating technique is a coating technique by pouring precursor and then swept it using a rubber rack. In the Screen Coating technique, the size of the substrate used depends on the design made, so that the substrate can be larger than the size of the Dip Coating and Spin Coating substrate. Speed and pressure are very much against the coating produced and for the speed used by Arduino Uno. This research is an experimental study, while this study describes the design specifications and performance design of a Screen Coating tool. Performance specifications describe the performance of the screen coating, while the design specifications explain the accuracy and accuracy of the screen coating. The measurement technique used is direct and indirect measurement. Data obtained directly from the pressure, then data from indirect measurements obtained by analysis of the accuracy and accuracy of the pressure. Based on the results of research that has been done, obtained accuracy from a pretty good pressure with the largest percentage of 2% and an average accuracy of 99.01%. The accuracy of the pressure is quite good, with an average error percentage of 1.66% and an average accuracy of 99.2%.*

**Keywords :** *Screen Coating, Thin Layer, Arduino Uno*



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by author and Universitas Negeri Padang.

### PENDAHULUAN

Lapisan Tipis mempunyai banyak manfaat dalam perkembangan teknologi sekarang ini. Lapisan tipis merupakan lapisan yang terbuat dari material yang sangat tipis yaitu dengan skala antara nano dan milimeter. Untuk mendapatkan kualitas lapisan tipis yang baik, ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk membuat lapisan tipis yaitu dengan metode Logam Uap Organik, Kimia Basah, *Chemical Vapor Deposition* (metode uap kimia), pelapisan laser, *Sputtering*, *Spin Coating* (pelapisan putar), *Dip Coating* (pelapisan celup), *Spray Coating* dan *Screen Coating* <sup>[1]</sup>.

Teknik *Screen Coating* merupakan teknik pelapisan dengan menuangkan perkursor lalu disapu menggunakan rakel yang terbuat dari karet <sup>[2]</sup>. Proses *Screen Coating* dilakukan dengan beberapa tahapan sederhana. Pada teknik *Screen Coating*, ukuran substrat yang digunakan tergantung desain yang dibuat. Teknik *Screen Coating* ini sering digunakan pada penyablonan.

Pada proses *Screen Coating*, kecepatan dan tekanan sangat berpengaruh terhadap pelapisan yang dihasilkan, jadi perlu diperhatikan pengontrolan kecepatan gerak rakel dan tekanan rakel terhadap substrat agar hasil pelapisan mencapai hasil yang sesuai dengan yang diinginkan dan dibutuhkan. Memberikan kecepatan dan tekanan yang berbeda-

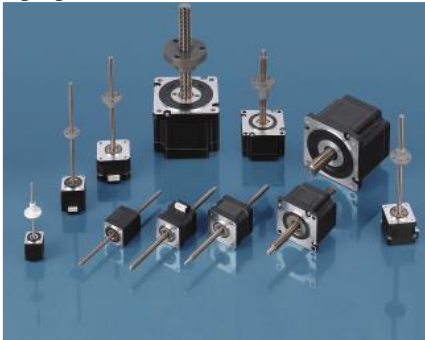
beda maka akan menghasilkan ketebalan yang berbeda-beda juga. Untuk mengatur kecepatan dan tekanan dari alat tersebut digunakan Arduino Uno.

Arduino Uno merupakan rangkaian yang dikembangkan dari mikrokontroler berbasis Atmega328. Kelebihan Arduino Uno adalah tidak diperlukan perangkat *chip programmer* karena didalamnya sudah ada bootloader yang akan menangani upload program dari komputer, Arduino Uno juga sudah mempunyai sarana komunikasi USB sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port serial/RS232* bisa menggunakannya <sup>[3]</sup>.

Untuk mengoleskan zat ke substrat digunakan rakel. Rakel / *squeegee* pada umumnya terbuat karet / bahan elastis. Bentuk ujung rakel ada beberapa macam diantaranya yaitu rakel tumpul, rakel bulat, rakel lancip, rakel lancip dengan ujung datar, rakel miring, rakel persegi / Siku. Benda-benda yang tidak dapat menyerap tinta, seperti plastik, kaca, dan bahan lain yang tidak dapat menyerap tinta biasanya menggunakan rakel dengan jenis lancip <sup>[4]</sup>.

Selama pengolesan, rakel bergerak ke kiri-nan dan atas-bawah dengan motor *stepper*. Motor *stepper* merupakan motor listrik yang dikendalikan dengan pulsa-pulsa digital. Satu pulsa menghasilkan satu *step* yang merupakan bagian dari satu putaran penuh dan jumlah pulsa mewakili jumlah putaran. Biasanya motor *stepper* dihubungkan dengan sekrup pembawa (Gambar 1) dari beberapa jenis yang

gunanya yaitu untuk mengkonversi dari gerak rotasi menjadi perpindahan linier [5].



Gambar 1. Motor Stepper [6].

Kecepatan dalam perpindahan linear dapat diperoleh dengan Persamaan 1, yang mana  $v$  merupakan kecepatan motor pada perpindahan linear,  $s$  merupakan jarak linear total yang ditempuh dan  $t$  merupakan waktu tempuh untuk perpindahan linear.

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

Untuk menggerakkan motor *stepper* yang bergerak berdasarkan urutan pulsa yang diberikan kepada motor, maka diperlukan pengendali motor *stepper* salah satu contohnya yaitu motor *driver* A4988 yang dapat dilihat pada Gambar 2.

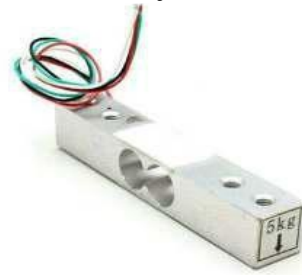


Gambar 2. Motor Driver A4988

A4988 biasanya digunakan untuk mengendalikan motor *stepper* Nema 17. *Driver* A4988 memiliki pembatasan arus yang dapat disetel dan proteksi arus berlebih. *Driver* ini mampu bekerja dengan tegangan input motor pada 8 - 35V dan dapat memberikan arus sebesar 2A per kumparan. A4988 juga dapat menerima tegangan masukan sebesar 3,3 - 5V [7].

Tekanan pengolesan diatur menggunakan sensor *loadcell* seperti Gambar 3. Sensor *loadcell* merupakan transduser yang digunakan untuk mengubah tekanan menjadi sinyal elektrik yang biasanya terdiri dari empat susun strain dalam jembatan *Wheatstone*. Sensor ini sangat sensitif terhadap perubahan gaya mekanik seperti tekanan. Pada sensor *loadcell* nilai konduktansinya berbanding lurus dengan gaya/beban yang diterima dan sensor ini juga bersifat resistif. Jika tidak ada beban pada sensor maka besar resistansi pada tiap sisi jembatan yaitu sama, namun jika terdapat

beban pada sensor maka nilai resistansi tiap sisi jembatan *wheatstone* menjadi tidak seimbang [8].



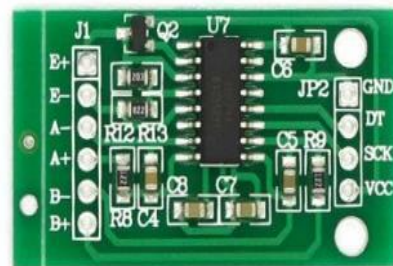
Gambar 3. Sensor Loadcell

Sensor *loadcell* harus dihubungkan terlebih dahulu dengan HX711 agar keluarannya massa, lalu kemudian dihubungkan dengan Arduino. Pada Arduino di program agar pembacaan sensor *loadcell* menghasilkan keluaran tekanan. Persamaan 2 merupakan persamaan yang digunakan untuk mengubah dari massa ke tetapan.

$$P = \frac{m \times g}{A} \quad (2)$$

Dimana  $P$  adalah tekanan dengan satuan N/m<sup>2</sup> atau Pascal,  $m$  adalah massa dengan satuan kg,  $g$  adalah gravitasi bumi dan  $A$  adalah luas alas yang menekan dengan satuan m<sup>2</sup>.

Modul HX711 seperti Gambar 4 merupakan sebuah komponen yang mengkonversi analog ke digital (ADC). Biasanya digunakan untuk sensor timbangan digital yang mana prinsip kerjanya yaitu mengkonversi tegangan yang terukur dalam perubahan resistansi ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul ini terdiri dari beberapa komponen yaitu resistor, transistor, kapasitor dan IC HX711 sebagai regulator, penguat dan osilator yang akan menghasilkan output digital [9].



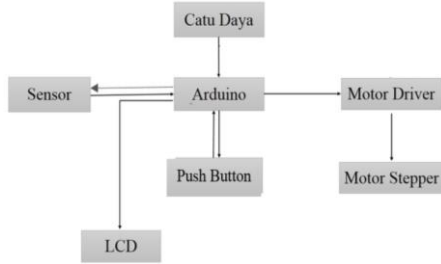
Gambar 4. Modul HX711

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang memberikan perlakuan (manipulasi) terhadap variabel bebas. Kemudian, mengamati akibat perlakuan tersebut terhadap variabel terikat [10].

Pembuatan sistem Alat *Screen Coating* untuk Pembuatan Lapisan Tipis Berbasis Arduino Uno terdiri dari motor *Stepper*, motor *Driver*, *Loadcell*,

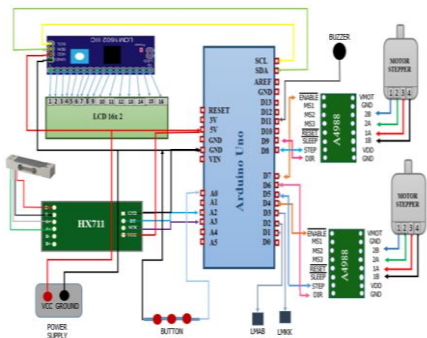
HX711, Arduino Uno, Catu daya dan LCD. Blok diagram pada sistem ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Blok Diagram Alat Screen Coating

Pada Gambar 5 dapat diperhatikan bahwa catu daya diperlukan untuk mengaktifkan Arduino Uno. Motor driver digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah gerak motor stepper yang sudah diprogram pada Arduino Uno. Button digunakan untuk menginputkan dan memvariasikan nilai kecepatan dari motor, nilai tekanan yang terukur oleh sensor loadcell, dan jarak rakel mengoles. Arduino Uno digunakan untuk memprogram agar alat berjalan sesuai dengan perintah yang akan diberikan. Alat ini akan bekerja sesuai dengan kecepatan dan tekanan yang diinputkan. Kecepatan dan tekanan yang diinputkan, nilainya akan ditampilkan pada LCD.

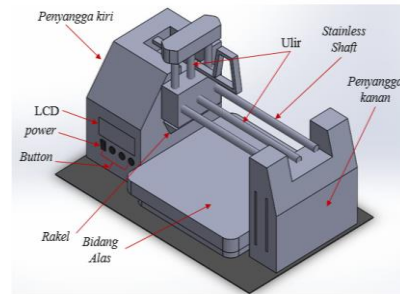
Motor stepper yang digunakan yaitu motor stepper Nema 17. Motor stepper Nema 17 terdiri dari empat pin yang terhubung pada motor driver. Untuk kabel biru pada motor stepper terhubung pada pin 2A motor driver, untuk kabel hijau terhubung pada pin 2B, untuk kabel merah terhubung pada 1A dan untuk kabel hitam terhubung pada pin 1B. Pada alat ini digunakan dua buah motor stepper untuk bergerak ke kiri-kanan dan atas-bawah. Pemakaian seluruh kaki arduino dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penggunaan Seluruh Kaki Arduino

Tekanan diukur menggunakan sensor loadcell 1 kg yang dihubungkan HX711 dan pin A- pin A+ pada HX711 dihubungkan ke arduino uno pada pin A2 dan A3. LCD digunakan untuk tampilan dari output alat. LCD dihubungkan ke I2C untuk meminimalisir pemakaian pin pada arduino. Push button digunakan untuk menginput tekanan, kecepatan dan jarak pada alat. Terdiri dari tiga button yaitu SET/RUN, UP,DOWN.

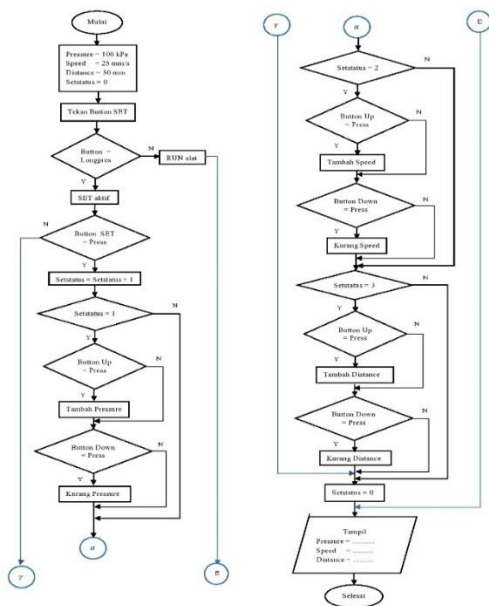
Perancangan mekanik alat Screen Coating untuk pembuatan Lapisan tipis berbasis Arduino Uno yaitu terdiri dari LCD, tombol Power dan Button, ulir, rakel, Stainless Shaft, penyangga kanan, penyangga kiri dan bidang alas.



Gambar 7. Rancangan mekanik alat Screen Coating berbasis Arduino Uno

Tombol Power digunakan untuk mengaktifkan alat, Button digunakan untuk menginputkan nilai kecepatan, tekanan dan jarak dan LCD digunakan sebagai display dari output dari alat. Kecepatan diatur menggunakan motor Stepper, untuk menggerakkan digunakan ulir yang nantinya akan terhubung dengan motor Stepper dan Stainless shaft berfungsi untuk memperkokoh agar pada saat mengoles rakel tidak goyang. Untuk mengatur tekanan pada saat mengoles digunakan sensor Loadcell yang mana sensor diletakkan dibawah bidang alas. Bidang alas digunakan sebagai tempat peletakan substrat. Penyangga kiri dan kanan digunakan sebagai penyangga alat yang mana didalam penyangga kiri digunakan sebagai tempat semua komponen elektronika.

Perangkat Lunak digunakan untuk mengoperasikan arduino uno yang berada dalam sistem yang dibangun dengan cara memprogram arduino uno sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian. Pemrograman pada arduino uno dilakukan untuk menerjemahkan bahasa manusia ke bahasa mesin. Flowchart digunakan untuk mempermudah mengetahui cara kerja dari alat. Flowchart dari alat Screen Coating dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Flowchart Kerja Alat Screen Coating

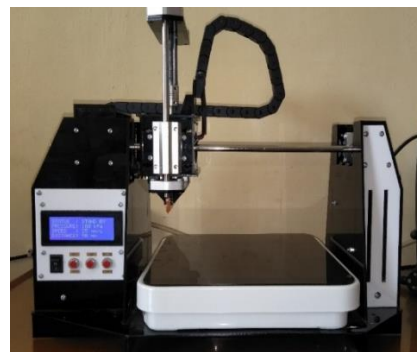
Gambar 8 menjelaskan *flowchart* kerja alat, setelah alat dihidupkan LCD akan menampilkan variabel yang akan di *input* yaitu tekanan, kecepatan dan jarak. Ketika button *SET* ditekan lama / *long press* maka yang akan aktif adalah menu *SET* tetapi jika button *SET* ditekan sebentar atau tidak lama maka yang akan aktif adalah *RUN* alat. Pada menu *SET* lah nilai kecepatan, tekanan dan jarak dapat diatur. Ketika setstatus = 1 maka yang akan ditampilkan yaitu *Pressure*, artinya nilai tekanan dapat divariasikan dengan cara menekan *button UP* dan *DOWN*. Ketika setstatus = 2 maka yang akan ditampilkan adalah *Speed*, artinya nilai kecepatan dapat divariasikan dengan cara menekan *button UP* dan *DOWN*. Ketika setstatus = 3 maka yang akan ditampilkan adalah *Distance*, artinya nilai jarak dapat divariasikan dengan cara menekan *button UP* dan *DOWN*.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan penelitian mulai dari studi literatur, penentuan parameter-parameter yang akan diukur, perancangan desain dari alat *Screen Coating* seperti desain elektronik dan desain mekanik, melakukan pemrograman Mikrokontroler, menentukan alat dan bahan yang akan digunakan hingga dihasilkan alat *Screen Coating* untuk pembuatan lapisan tipis yang berbasis Arduino Uno. Data yang didapatkan dari pengukuran mempunyai arti yang sangat penting dalam penelitian, yaitu untuk mengetahui ketepatan dan ketelitian dari alat yang dibuat. Untuk mengetahui ketepatan dan ketelitian maka perlu dilakukan pengolahan terhadap data yang didapatkan. Untuk tekanan, data ketepatan didapatkan dengan cara membandingkan hasil input pada alat *Screen Coating* dengan hasil perhitungan secara manual setiap variasi datanya. Sedangkan, data ketelitian didapatkan

dengan cara melakukan pengukuran berulang sebanyak sepuluh kali.

Spesifikasi performansi dari alat merupakan suatu pengidentifikasian atau penguraian fungsi dari setiap bagian pembentuk sistem, yang mana diperlukan pengujian alat dan penganalisaan terhadap alat. Hal tersebut dilakukan agar dapat melihat apakah alat sudah bekerja dengan baik atau tidak. Data yang diperoleh tekanan mengoles. Bidang alas tempat substrat diletakkan terbuat dari timbangan dengan ukuran 25 cm x 25 cm sudah dimodifikasi didalamnya. Didalam timbangan hanya terdapat sensor *loadcell* 1 kg. Untuk lebih jelasnya, alat *Screen Coating* untuk pembuatan lapisan tipis dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Alat Screen Coating untuk Pembuatan Lapisan Tipis

Gambar 9 merupakan alat *Screen Coating* untuk pembuatan lapisan tipis. Secara umum alat ini terdiri dari :

1. Bidang alas dengan ukuran 25 cm x 25 cm dilengkapi dengan sensor *loadcell*. Sensor *loadcell* akan menghitung tekanan rakel yang diinputkan.
2. Penyangga kiri, dimana pada luar penyangga ini diletakkan LCD yang sudah terhubung dengan I2C untuk tampilan parameter seperti Gambar 10, *button* yang digunakan untuk menginputkan nilai kecepatan mengoles, tekanan mengoles dan jarak / panjang mengoles ke kanan dan tombol power yang digunakan untuk mengaktifkan alat. *Button* terdiri dari tombol *SET/RUN*, *UP* dan *DOWN/RESET*. Penyangga dilengkapi dengan kotak sebagai tempat rangkaian elektronika pembangun sistem. Di dalam kotak seperti Gambar 10 terdiri dari Arduino Uno, Motor driver A4988, resistor yang terhubung ke *push button* dengan rangkaian seri beserta semua kabel yang menghubungkan komponen dengan Arduino Uno.



Gambar 10. Bagian Dalam dari Kotak pada Penyangga Kiri

3. Penyangga kanan, dimana pada penyangga ini diletakkan Power Supply 12V 5A yang digunakan sebagai catu daya.
4. Ulir, digunakan untuk mengkonversi gerak rotasi menjadi menjadi perpindahan linear atau untuk menggerakkan rakel ke kiri dan ke kanan. Pada alat *Screen Coating* ini ulir yang digunakan yaitu sebanyak dua buah. Untuk perpindahan vertikal dan horizontal.
5. Rakel, digunakan sebagai pengoles perkursor pada substrat. Rakel yang digunakan yaitu rakel lancip karena substrat yang akan di lapisi yaitu kaca.

Prinsip kerja dari alat *Screen Coating* ini yaitu dimulai dengan menekan tombol *power* agar alat dalam keadaan aktif dengan tampilan seperti yang dapat dilihat pada Gambar 11.

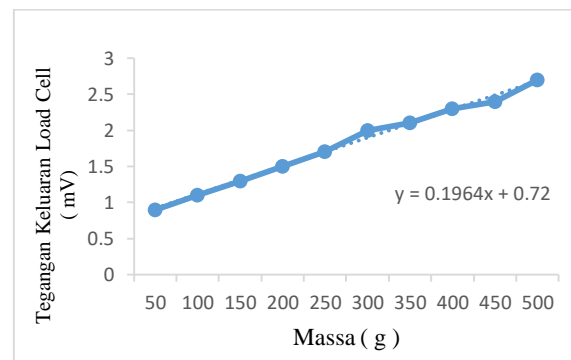


Gambar 11. Tampilan dari Alat *Screen Coating*

Pada saat *button SET/RUN* ditekan lama maka yang akan aktif yaitu perintah *SET* dan muncul tampilan untuk mengatur tekanan/*pressure*, kecepatan/*speed* dan jarak/*distance*. Untuk mengatur variasi nilai tekanan, kecepatan ataupun jarak digunakan tombol *UP* dan *DOWN*. *UP* digunakan untuk menambah nilai agar lebih besar dan *DOWN* digunakan untuk mengurangi nilai agar lebih kecil. Pada saat *button SET/RUN* ditekan sebentar maka yang akan aktif yaitu perintah *RUN* yang mana akan menggerakkan rakel dengan nilai input yang sudah di *setting*. Rakel akan bergerak dengan lima *step* yaitu *step* pertama, rakel akan bergerak ke arah kanan dengan kecepatan yang sudah ditetapkan yaitu 30 mm/s sejauh 40 mm. *Step*

kedua, rakel bergerak turun ke bawah dengan kecepatan tetap sejauh 60 mm. *Step* ketiga, rakel juga bergerak ke bawah namun sambil mengukur tekanan, apabila rakel sudah menekan sebesar tekanan yang diinputkan maka rakel akan masuk ke *step* 4. *Step* 4 yaitu rakel mulai mengoles dan bergerak ke arah kanan sesuai dengan kecepatan yang sudah diinputkan dan sejauh jarak yang sudah diinputkan juga. Setelah sampai di jarak yang sudah diinputkan maka rakel akan masuk ke *step* 5 yang mana pada *step* ini rakel akan bergerak ke atas dan ke kiri untuk menuju tempat awal. Untuk pergerakan ke atas dan ke kiri dibatasi oleh *limit switch* yang mana pergerakan motor akan berhenti saat pembawa rakel sudah mengenai *limit switch*. Kelima *step* ini disebut dengan satu kali sapuan.

Data yang diperoleh pertama kali yaitu karakteristik sensor *loadcell*. Untuk mengetahui karakteristik sensor maka diukur di kaki output loadcell dengan kabel berwarna hijau dan putih. Input sensor loadcell dalam satuan V yang mana disini digunakan input sebesar 5V sedangkan untuk keluarannya sangat kecil yaitu dalam satuan mV. Karakteristik sensor *Loadcell* dapat diketahui dengan memvariasikan besar massanya, karena semakin besar massa maka tegangan keluarannya juga akan semakin besar. Hubungan antara besar massa dan besarnya tekanan dapat dilihat pada grafik seperti Gambar 12.

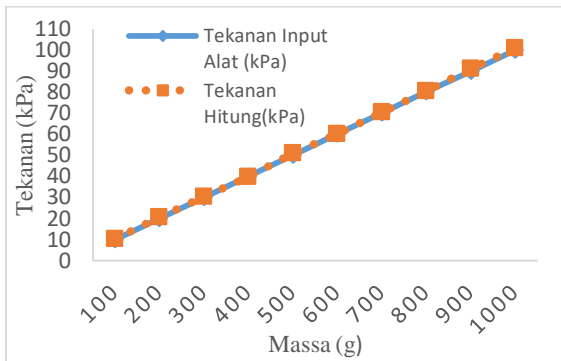


Gambar 12. Hubungan Tegangan dan Massa

Gambar 12 merupakan hubungan antara tegangan keluaran dengan massa. Pada grafik terlihat bahwa hubungan antara tegangan dengan massa berbanding lurus. Semakin besar massa maka tegangan keluaran juga akan semakin besar. Dari grafik diperoleh persamaan linear  $y = 0,1964x + 0,72$ , yang mana  $y$  merupakan tegangan keluaran loadcell dan  $x$  merupakan massa.

Ketepatan antara tekanan input pada alat dengan tekanan yang dihitung didapatkan dengan membandingkan nilai tekanan yang diinputkan dan tekanan hitung. Nilai tekanan pada alat diinputkan menggunakan *button*. Nilai tekanan yang dihitung didapatkan dengan cara meletakkan benda yang massanya sudah diketahui misalnya 100 gram, kemudian di letakkan diatas bidang alas dari alat

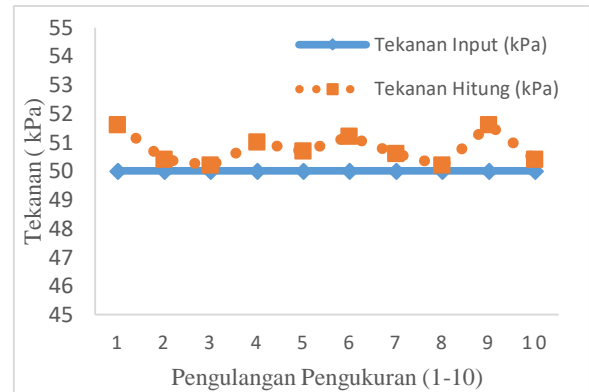
Screen Coating lalu dilihat pada serial monitor berapa besar massa yang terukur. Nilai massa yang terukur tersebut juga dimasukkan kedalam persamaan tekanan sehingga didapatkan berapa besar tekanannya. Grafik ketepatan antara tekanan yang diinputkan dengan tekanan yang dihitung dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Ketepatan Tekanan Input Pada Alat Dan Tekanan Hitung

Pada grafik dapat dilihat bahwa tekanan input dengan hitung nilainya tidak jauh berbeda, oleh karena itu jika dilihat pada grafik maka garis biru yang merupakan tekanan input terhimpit oleh garis orange yang merupakan tekanan hitung. Untuk mendapatkan data tekanan, diperlukan untuk memvariasikan nilai massanya. Massa yang divariasikan yaitu dari 100 gr – 1000 gr. Nilai ketepatan tekanan berkisar dari 98 % sampai dengan 99,83 %.

Ketelitian didapatkan dengan cara melakukan pengukuran yang sama sebanyak sepuluh kali pengulangan. Nilai tekanan pada alat diinputkan menggunakan button, dan untuk mengetahui besar tekanan yang diinputkan maka berkaitan dengan besarnya massa kemudian diolah ke persamaan yang sudah dibuat pada program sehingga tampilan yang muncul sudah dalam tekanan. Nilai tekanan yang dihitung secara manual didapatkan dengan cara meletakkan benda yang massanya sudah diketahui, kemudian di letakkan diatas bidang alas dari alat *Screen Coating* lalu dilihat pada serial monitor berapa besar massa yang terukur. Nilai massa yang terukur tersebut juga dimasukkan kedalam persamaan tekanan sehingga didapatkan juga berapa besar tekanannya. Hal ini dilakukan sebanyak sepuluh kali pengulangan. Data Ketelitian alat dapat dilihat pada grafik ketelitian antara tekanan yang diinputkan dengan tekanan yang dihitung dapat dilihat pada Gambar 14.

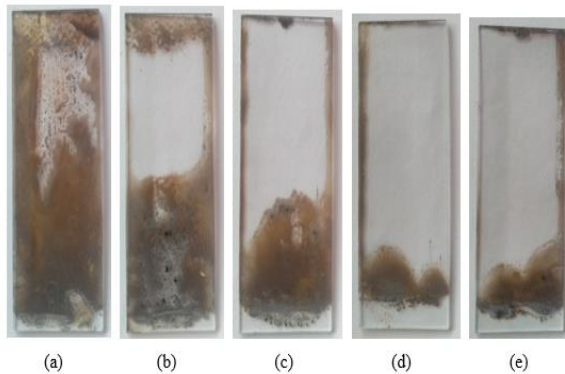


Gambar 14. Ketelitian Tekanan

Dari grafik terlihat bahwa ketelitian pembacaan tekanan oleh alat cukup tinggi. Hal itu dikarenakan benda yang nilainya sudah ditetapkan 50 setelah diukur sebanyak sepuluh kali pengulangan, nilainya tidak terlalu jauh dari 50 kPa. Ketelitian alat ini berkisar dari 98% sampai dengan 99,5% dengan rata rata 99,18%.

Data ketepatan dan ketelitian pada tekanan didapatkan dengan cara membandingkan nilai yang diinputkan pada alat melalui *push button* dengan nilai yang hitung menggunakan persamaan tekanan.massa yang digunakan dalam perhitungan yaitu massa yang terukur oleh alat. Hasil dari ketepatan yang didapatkan cukup baik dengan kesalahan relatif terbesar yaitu 2% dan ketelitiannya pun didapatkan cukup baik dengan kesalahan relatif rata-rata yaitu 1,66%. Kesalahan tersebut didapatkan karena kesalahan kalibrasi.

Pada pengujian pengaruh tekanan Pembuatan Lapisan Tipis, substrat yang digunakan yaitu kaca preparat dengan lebar 25 mm dan panjang 75 mm. Substrat kaca digunakan karena dari beberapa penelitian menggunakan substrat kaca dan substrat yang tersedia dilaboratorium juga substrat kaca. Perkusor yang digunakan yaitu Cobalt Ferrite ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ) dengan konsentrasi 0,2 M. Pada pembuatan lapisan tipis ini digunakan lima buah substrat dengan memvariasikan tekanan dan kecepatan, sedangkan jarak dibuat tetap yaitu 80 mm. Tekanan yang divariasikan yaitu 10 kPa, 30 kPa dan 50 kPa. Kecepatan yang divariasikan yaitu 5 mm/s, 15 mm/s dan 25 mm/s. Hasil pelapisan dari kelima substrat dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil Lapisan Tipis pada Kelima Substrat

Pada Gambar 15 dapat dilihat hasil dari pelapisan tipis dengan teknik *Screen Coating* pada kelima substrat. Gambar 31 (a) merupakan substrat dengan variasi tekanan 10 kPa dan kecepatan 5 mm/s, (b) merupakan substrat dengan tekanan 10 kPa dan kecepatan 15 mm/s, (c) merupakan substrat dengan tekanan 10 kPa dan kecepatan 25 mm/s, (d) merupakan substrat dengan tekanan 30 kPa dan kecepatan 25 mm/s, (e) merupakan substrat dengan tekanan 50 kPa dan kecepatan 25 mm/s. Hasil pelapisan dari kelima substrat tidak merata karena saat tekanan dinaikkan, perkursor hanya disapu oleh rakel. Tekanan tidak stabil seiring bertambahnya kecepatan.

Hasil pembuatan lapisan tipis tidak merata, dimana pada saat tekanan dan kecepatan dinaikkan perkursor hanya disapu oleh rakel dan tekanan tidak stabil saat kecepatan dinaikkan. Hasil pelapisan yang tidak merata disebabkan oleh posisi rakel yang tidak rata dan tidak lurus, bahan rakel yang keras / tidak lentur dan juga disebabkan oleh jenis perkursor yang digunakan. Jenis perkursor yang digunakan (*Cobalt Ferrite*) hanya dapat digunakan pada teknik *Spin Coating* dan *Dip Coating*. *Cobalt Ferrite* ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ) harus ditambahkan dengan gliserol agar menjadi pasta, karena perkursor yang digunakan pada teknik *Screen Coating* yaitu khusus pasta dan gel.

Alat *Screen Coating* untuk pembuatan lapisan tipis mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari alat ini yaitu kecepatan, tekanan dan jarak dapat diatur. Jadi jika dilakukan pelapisan pada substrat dengan kecepatan dan tekanan yang sudah diinputkan maka sampai suatu objek tersebut selesai terlapsi, kecepatan dan tekanannya tetap seperti yang sudah diinputkan. Jarak yang dapat ditempuh selama pelapisan mencapai 150 mm dan tekanan dapat divariasikan dari 10 kPa sampai dengan 100 kPa. Dibalik kelebihannya, alat ini juga mempunyai kekurangan diantaranya yaitu bidang alas tempat substrat diletakkan sangat licin sehingga saat pengolesan substrat ikut terdorong oleh rakel, selama pengujian alat menggunakan double tip agar substrat tidak ikut terdorong rakel. Alat ini juga mempunyai keterbatasan yaitu kecepatan yang bisa digunakan pada alat hanya 5 variasi kecepatan yakni 5 mm/s, 10

mm/s, 15 mm/s, 20 mm/s dan 25 mm/s. Kekurangan lainnya yaitu jenis rakel yang digunakan sangat keras sehingga mempengaruhi hasil dari pelapisan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data serta pembahasan terhadap alat *Screen Coating* untuk penumbuhan lapisan tipis dikemukakan beberapa kesimpulan dari penelitian yaitu :

1. Hasil spesifikasi performansi alat *Screen Coating* terdiri atas dua bagian, yaitu perancangan mekanik dan perancangan elektronik. Perancangan mekanik terdiri dari Bidang alas, penyangga kiri dan kanan, ulir dan rakel. Perancangan elektronik terdiri dari rangkaian penyusun *Screen Coating* yang terdiri dari rangkaian arduino dengan sensor *loadcell*, HX711, motor *Stepper*, motor *Driver*, *Push Button*, *Limit Swich* dan LCD.
2. Hasil spesifikasi desain alat *Screen Coating* terdiri atas dua bagian, yaitu ketepatan dan ketelitian pengukuran tekanan pada alat *Screen Coating*. Ketepatan dari tekanan cukup baik yaitu dengan persentase kesalahan terbesar 2 % dan ketepatan rata-ratanya 99,01%. Ketelitian dari tekanan cukup baik yaitu dengan persentase kesalahan rata-rata yaitu 1,66 % dan ketelitian rata-ratanya yaitu 99,2%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suhandi, Andi dan Yuyu R. Tayubi. 2014. Penumbuhan Dan Karakterisasi Film Tipis Zno Yang Dideposisi Dengan Teknik *Spin Coating* Di Atas Substrat Silikon. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 133-137, Vol.15, No.3
- [2] Luzar, Laura Christina. 2010. Kreasi Cetak Sablon Mudah dan Berkualitas Tinggi pada Kaos. *Humaniora*, vol. 1, No.2, 778-791
- [3] Silvia, Ai Fitri. dkk. 2014. Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino Dan Android. *Jurnal electrans*, 1-10, Vol.13, No.1, 1412-3762
- [4] Nusantara, Guntur. 2003. Panduang Gratis Cetak Sablon. Jakarta. Kawan Pustaka.
- [5] Kalatiku, Protus Pieter dan Yuri Yudhaswana Joeffie. 2011. Pemrograman Motor *Stepper* dengan Menggunakan Bahasa Pemrograman C. *Majalah Ilmiah MEKTEK tahun XIII* No.1

- [6] Zulkaromi, Muhammad. 2017. Motor Stepper (Ketidakstabilan, Resonansi, dan Penggerak Liner). Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- [7] Montreano Donny dan Sigit Pradana. 2019. Desain Robot Pembersih Lantai untuk Pemerataan Beban Kerja Cleaning Service. *Jurnal Teknik Industri*, Vol.9, No.1
- [8] Wibowo, Agus. 2019. Analisis Pemakaian Sensor Loadcell Dalam Perhitungan Berat Benda Padat Dan Cair Berbasis Microcontroller. *Jurnal Elektronika dan Mekanik*, Vol. 12, No.1
- [9] Suhendra, Imam dan Wahyu Setyo Pambudi. 2015. Aplikasi Loadcell untuk Otomasi pada Depot Air Minum Isi Ulang. *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol.1, No.1, 2460-173X
- [10] Lufri. 2007. *Kiat Memahami Metodologi dan Melakukan Penelitian*. Padang : UNP Press