

Rancang Bangun Sistem Pengukuran Luas Permukaan Kulit Menggunakan Konveyor dan Sensor Optik Berbasis Arduino

Gayuh Wahyu Nugroho dan Rusdhianto Effendi

Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: ditto@ee.its.ac.id

Abstrak—Kulit merupakan salah satu bagian dari hewan yang dimanfaatkan menjadi berbagai produk olahan kerajinan. Harga dari satu lembar kulit ditentukan oleh kualitas, motif, serta ukuran luas permukaan. Satuan luas yang digunakan adalah satuan *feet* persegi. Dengan bahan dasar yang diperoleh dari alam maka bentuk yang diperoleh dari masing-masing lembar kulit berbeda dan tidak beraturan (*irregular*). Oleh karena itu UKM penyamakan kulit mengalami kesulitan dalam menentukan luas dari satu lembar kulit. Perancangan sistem ini diperlukan agar mempermudah para pelaku UKM penyamakan kulit untuk mendapatkan hasil pengukuran dari satu lembar kulit. Selain itu sistem yang direncanakan bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi waktu kerja. Komponen yang diukur adalah luas bidang dua dimensi dan waktu ukur. Pengolahan komponen pengukuran dilakukan menggunakan papan kendali terpadu Arduino Uno. Untuk mencapai tujuan sistem diperlukan kelengkapan mekanik berupa konveyor dan sensor optik untuk mendeteksi keberadaan lembar kulit. Selain itu untuk menampilkan hasil pengukuran digunakan LCD Oled 0,96 inc. Dari hasil pengujian diperoleh hasil kesalahan dalam pengukuran luas sebesar 2,47 %. Sedangkan untuk nilai efisiensi waktu kerja yang dapat ditingkatkan adalah sebesar 56,23%. Dan dari responden dari pelaku UMKM menyatakan sebesar 95% alat dapat digunakan sedangkan 5% sisanya dikarenakan ketidak biasaan operator menggunakan alat.

Kata Kunci— *Leather*, Sensor Optik, Mikrokontroler Arduino, Konveyor.

I. PENDAHULUAN

KULIT merupakan salah satu bagian dari hewan yang dimanfaatkan menjadi berbagai produk olahan kerajinan. Bentuk olahan kerajinan berbahan dasar kulit dapat berupa tas, dompet, jaket, sepatu dan barang-barang lainnya yang memiliki daya jual tinggi. Kulit sapi merupakan salah satu kulit yang dijadikan bahan kerajinan oleh para pengrajin. Para pengrajin dapat memperoleh kulit sapi siap pakai dengan membeli kepada pabrik maupun Usaha Kecil Menengah (UKM) penyamakan kulit.

Harga dari satu lembar kulit ditentukan oleh kualitas, motif, serta ukuran luas permukaan. Satuan luas yang digunakan adalah satuan *feet* persegi. Dengan bahan dasar yang diperoleh dari alam maka bentuk yang diperoleh dari masing-masing lembar kulit berbeda dan tidak beraturan (*irregular*). Sementara, masalah yang dihadapi oleh para pelaku UKM penyamakan kulit adalah sulitnya menentukan luas dari satu lembar kulit. Sehingga, saat ini beberapa pelaku UKM masih menggunakan cara tradisional dengan metode *root box* yang memiliki kekurangan dalam kecepatan dan ketepatan pengukuran. Di era teknologi yang semakin berkembang ini, pengukuran dapat menjadi lebih tepat dan cepat dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler. Salah

satu mikrokontroler terpadu yang banyak digunakan adalah Arduino dengan *hardware* prosesor Atmel AVR.

Arduino merupakan papan kendali tunggal mikrokontroler terpadu yang bersifat terbuka dan telah dirancang untuk memudahkan penggunaan mikrokontroler dan kendali elektrik dalam berbagai bidang [1]. Namun dalam penggunaannya sebagai alat ukur luas permukaan kulit, Arduino tidak dapat berdiri sendiri. Diperlukan peralatan pendukung untuk dapat membuat sistem pengukuran luas permukaan kulit. Peralatan pendukung yang dibutuhkan antara lain adalah sensor optik yang bertugas sebagai mata dari sistem. Sensor optik digunakan untuk mengetahui perubahan kondisi lingkungan. Selain itu, peralatan pendukung yang dibutuhkan adalah sistem penggerak konveyor. Konveyor digunakan untuk memindahkan lembaran kulit dari satu tempat menuju tempat tujuan dalam hal ini adalah tempat pengukuran. Dari peralatan pendukung beserta Arduino, diperlukan desain sistem agar dapat mencapai tujuan untuk mengukur luas permukaan lembaran kulit.

Sehingga pada tugas akhir ini, dilakukan desain bangun rancang sistem mesin ukur yang dapat digunakan untuk mengukur luas permukaan kulit dengan cepat dan tepat menggunakan *conveyor* dan sensor optik dengan pengolahan data mikrokontroler terpadu Arduino.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kulit

Kulit merupakan produk sampingan dari pemanfaatan sumber daya alam yang berasal dari hewan. Nilai dari kulit suatu hewan mewakili 5 – 10 % dari nilai hewan di pasar. Tingginya harga kulit menjadikan kulit dan produk kulit (KPK) sebagai komoditi ekspor andalan ketiga dengan nilai mendekati USD 2 milyar, dengan *trend* ekspor 495% [2].

Kulit yang menjadi bahan baku produk kulit dan komoditi ekspor merupakan kulit yang telah melewati proses penyamakan kulit. Penyamakan kulit adalah proses memperbaiki karakteristik kulit mentah yang labil menjadi kulit olahan yang lebih stabil [3]. Gambar kulit dapat dilihat pada Gambar 1.

B. Arduino Nano

Arduino adalah sebuah *platform* elektronik bersifat *open source* yang dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik di berbagai bidang. Arduino Nano adalah sebuah papan kendali *mikrokontroler* keluaran Arduino yang berbasis *chip* Atmega328. Papan *mikrokontroler* ini dilengkapi dengan 13 pin digital I/O, dimana 3 diantaranya dapat difungsikan sebagai keluaran sinyal PWM. Terdapat



Gambar 1. Kulit Hasil Penyamakan.



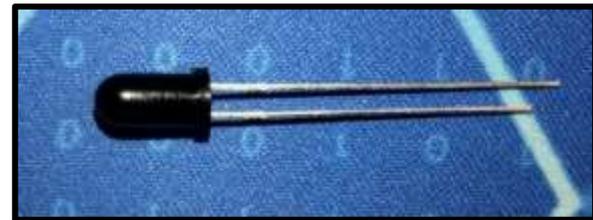
Gambar 2. Arduino Nano.



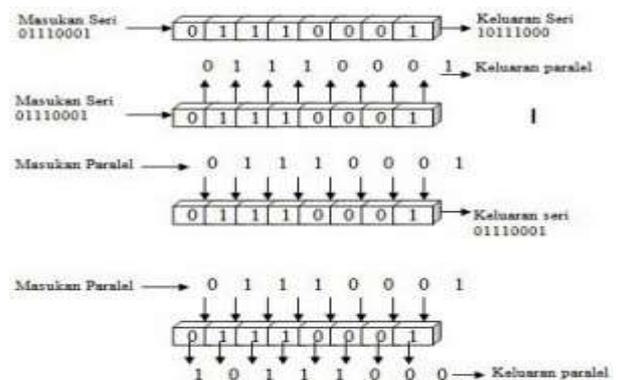
Gambar 3. Belt Conveyor Custom.



Gambar 4. Roller Konveyor Custom.



Gambar 5. Bentuk Fisik Photodioda.



Gambar 6. Pergeseran Shift Register.

juga sepasang pin untuk komunikasi serial, 2 pin *interuarp*, 2 pin SPI, serta 5 pin *input* analog. Gambar Arduino nano dapat dilihat pada Gambar 2.

C. Konveyor

Konveyor merupakan alat transportasi yang pada umumnya digunakan dalam dunia industri perakitan maupun proses produksi untuk mengangkut suatu barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Sistem konveyor menyesuaikan dari material yang dipindah.

Konveyor merupakan satu satuan yang memiliki bagian komponen di dalamnya yang terdiri dari : *Belt* Konveyor, Motor Penggerak, *Pulley*, *Gear Box*, *V-belt*, *Roller*, *Snup Pulleu*, dan *Laher*, lihat Gambar 3 dan Gambar 4.

D. Sensor Optik

Sensor Optik adalah sensor yang dapat mendeteksi keberadaan cahaya. Sensor cahaya mengubah besaran cahaya menjadi besaran listrik. Photodioda adalah salah satu sensor optik dengan jenis dioda yang resistansinya berubah-ubah apabila terkena sinar cahaya. Resistansi dari photodioda dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterimanya, semakin banyak cahaya yang diterima maka semakin kecil resistansi dari photodioda dan begitu pula sebaliknya jika semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima oleh sensor photodioda maka semakin besar nilai resistansinya, lihat Gambar 5.

E. Resistor

Resistor adalah salah satu komponen pasif yang memiliki fungsi untuk mengatur arus listrik. Resistor diberi lambang huruf R dengan satuannya yaitu Ohm (Ω). Karakteristik utama dari resistor adalah resistansinya dan daya listrik yang dapat dihantarkan. Ukuran dan letak kaki bergantung pada desain sirkuit, kebutuhan daya resistor harus cukup dan disesuaikan dengan kebutuhan arus rangkaian agar tidak terbakar [1]. Besar dari resistor dapat dilihat dari gelang warna yang melekat pada resistor. Untuk menentukan kebutuhan resistor pada suatu rangkaian dapat menggunakan persamaan hukum Ohm :

$$R = \frac{V}{I} \tag{1}$$

Keterangan :

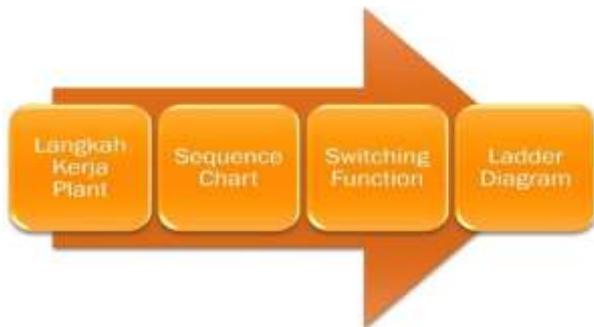
1. R : Nilai Hambatan (*Ohm*).
2. V : Besar Tegangan (*Volt*).
3. I : Besar Arus (*Ampere*).

F. Transistor

Transistor adalah salah satu komponen elektronik yang memiliki tiga kaki komponen. Ketiga kaki tersebut memiliki nama Kolektor (C), Basis (B) dan Emitor (E). Untuk transistor npn voltase arusnya yaitu VCE (voltase kolektro emitor) dan VBE (voltase basis-emitor), sedangkan untuk transistor pnp arusnya dihitung terbalik atau menjadi negatif



Gambar 7. LCD Oled 0.96 128x86.



Gambar 8. Langkah-Langkah Sequence Chart.

yaitu VEB (voltase emitor-basis) dan VEC (voltase emitor-kolektor) [1].

G. Shift Register

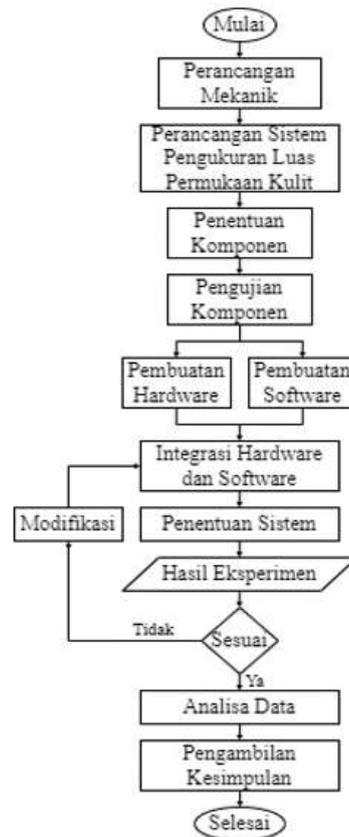
Register geser (*Shift register*) pada Gambar 6, merupakan salah satu piranti fungsional yang banyak digunakan di dalam sistem digital. Pada sistem digital register geser digunakan untuk menggeser suatu data. Pergeseran data pada register dapat dilakukan dalam dua arah yaitu ke arah LSB (*Low Significant Bit*) dan ke arah MSB (*Most Significant Bit*). Register geser dikelompokkan sebagai rangkaian logika, dan oleh sebab itu suatu register disusun dari flip-flop. Register geser digunakan sebagai memori sementara dan untuk pergeseran data ke kiri atau ke kanan. Register geser dapat juga digunakan untuk mengubah format data seri ke paralel atau dari paralel ke seri. Pada rangkaian digital, *shift register* dapat difungsikan sebagai penambahan pin I/O dengan penyesuaian pada *sketch* yang terdapat pada mikrokontroler.

H. Modul LCD Oled 0,96” 128x86

Modul OLED I2C 0.96” adalah suatu *display* grafik berukuran 0.96 inci dan mempunyai resolusi 128 x 64 *pixel* menggunakan teknologi OLED. Modul OLED biasanya terbuat dari karbon dan hidrogen. Pemrograman modul OLED menggunakan mikrokontroler arduino yang berkomunikasi I2C, menggunakan 2 pin yaitu pin SDA dan Pin SCK sehingga dapat menghemat pin. Gambar modul LCD dapat dilihat pada Gambar 7.

I. Metode Stastik Deskriptif

Statistik deskriptif merupakan sekelompok metode-metode yang berkaitan dengan bagaimana cara pengumpulan dan penyajian suatu populasi data sehingga menghasilkan dan dapat memberikan hasil yang jelas. Berikut ini dijelaskan mengenai *Mean* pada *statistic* deskriptif. *Mean* merupakan



Gambar 9. Flow Chart Perancangan Alat.

rata-rata hitung dari kumpulan data.

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \tag{2}$$

Keterangan :

1. μ = Mean.
2. X_i = nilai x ke- i .
3. N = ukuran sampel.

J. Metode Sequence Chart

Pembuatan *ladder programming* dengan menggunakan metode *sequence chart* memiliki beberapa tahapan proses seperti pada Gambar 8 yaitu, pembuatan *sequence chart* dari lingkungan sistem atau langkah kerja, kemudian dari hasil *sequence chart* diubah ke *switching function* untuk selanjutnya di ubah menjadi *ladder diagram*. Berikut adalah langkah-langkahnya:

1) Sequence Chart

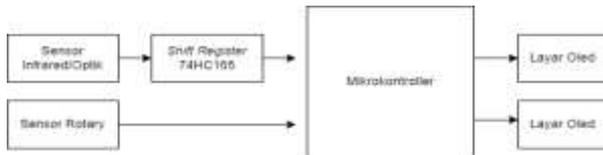
Sequence charts yang juga dikenal sebagai *time-motion diagram*, *state diagram* atau *bar chart* digunakan untuk memvisualisasikan operasi sistem. dengan menggunakan *sequence chart* dapat menjelaskan tahapan demi tahapan operasi dari *relay* sistem, *pneumatic* sistem ataupun tipe sistem *switching* sistem lainnya. Pada *sequence chart* secara vertikal merepresentasikan setiap elemen yang memiliki bagian untuk melakukan aksi (*input*, *output*, *relay*, *timer*, *counter*, dan sebagainya), sedangkan secara horizontal merepresentasikan tahapan atau langkah dalam urutan sistem.

2) Switching Fuction

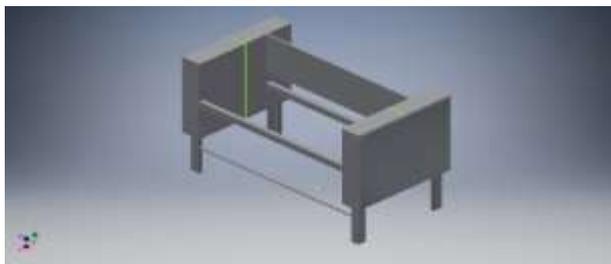
Switching function merupakan persamaan yang digunakan

Tabel 1.
Komponen Mekanikal

No	Bagian Konveyor	Jumlah
1	Kerangka Mesin	1
2	Roller belt	3
3	Roller Akrilik	1
4	Roller polos	2
5	Laher UCFL 205	12
6	Snub pulley	1
7	Pulley Transmisi	3
8	Belt Konveyor	-
9	Motor Penggerak	1
10	Gear Box 1:10	1



Gambar 10. Diagram Blok Sistem.



Gambar 11. Gambar 3D Kerangka Mesin.

sebagai pendekatan untuk melambangkan fenomena yang terjadi dari hubungan antara *input* (set dan reset) dengan kondisi *output*nya. Pembuatan *switching function* berdasarkan jumlah *relay*, setiap adanya satu *relay* maka dapat di ubah menjadi satu persamaan *switching function*. Untuk membuat *switching function*, pertama perhatikan *sequence chart* pada bagian *relay*, *relay* tersebut diaktifkan (set) oleh apa dan di reset oleh apa. Selanjutnya, cek apakah terdapat perubahan kondisi *output*. Barulah setelah itu kita dapat membuat *switching function*nya.

3) Pembuatan Ladder

Pembuatan *ladder* dengan menggunakan metode *sequence chart* pembuatannya berdasarkan dari hasil *switching function*. Untuk set maka akan di konversi menjadi *contact normally open*, untuk reset di konversi menjadi *contact normally close*. Sedangkan operasi ditambah (+) dan dikali (*) menentukan tata letak dari *contact*, untuk penambahan (+) berarti *contact* akan diletakkan secara paralel, sedangkan untuk perkalian (*) berarti *contact* akan diletakkan secara seri.

III. PERANCANGAN ALAT

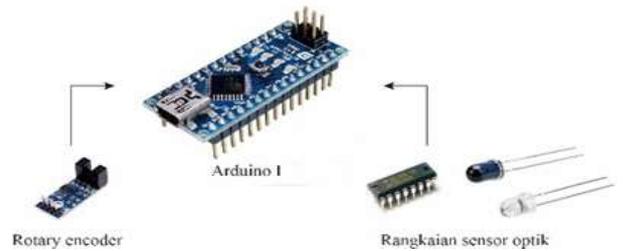
Pengerjaan pembuatan alat dikerjakan secara urut seperti yang ditampilkan pada Gambar 9.

A. Konfigurasi Sistem

Fungsi sistem dimulai pada saat tombol *power* mesin dihidupkan yang kemudian diteruskan dengan meletakkan *leather* diatas konveyor. *Konveyor* kemudian memindahkan *leather* melewati area pengukuran yang terdapat sensor optik sebagai pengidentifikasi adanya perubahan kondisi lingkungan, yang pada kondisi ini perubahan kondisi lingkungan tersebut adalah keberadaan *leather* di area sensor *optic*. Pengidentifikasi dilakukan oleh sensor *infrared*



Gambar 12. Desain 3D Roller Belt Konveyor.



Gambar 13. Arsitektur Sensor Optik.

dengan adanya penghalang diantara *transmitter* dan *receiver* akan menghasilkan logika 1. Kumpulan logika dari sensor *infrared* kemudian akan dijadikan satu menjadi data serial oleh IC 74HC165 dan menjadi hasil pengidentifikasi kondisi *leather*. Hasil pengidentifikasi ini yang kemudian diterima oleh Arduino I yang berperan sebagai penerima dan pengolahan data pembacaan sensor optik. Kemudian bersama dengan Modul Oled 0,96. hasil pengolahan ditampilkan untuk disampaikan kepada operator mesin ukur. Diagram blok sistem dapat dilihat pada Gambar 10.

B. Perancangan dan Pembuatan Mekanik

Perancangan mekanikal diawali dengan pembuatan desain 3D untuk beberapa bagian *custom* yang dikerjakan oleh partner 'Pito Engine'. Bagian *custom* mekanik yang perlu dibuat adalah kerangka dan *roller*. Dengan desain 3D seperti pada Gambar 11 dan Gambar 12.

Dengan ukuran desain 1:10., ukuran pembuatan mesin menyesuaikan dengan kondisi di lapangan agar mekanikal dapat bekerja dengan baik sesuai yang direncanakan. Kerangka mekanikal konveyoir terdiri dari bahan pada Tabel 1.

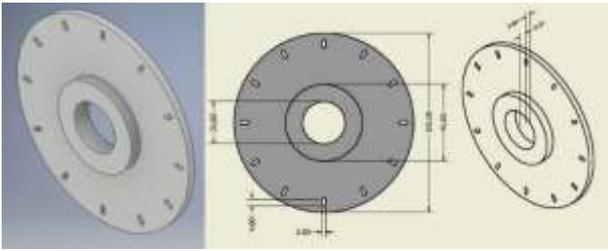
C. Perancangan dan Pembuatan Hardware

Perancangan Hardware terdiri dari pembuatan sensor optik dan sensor *rotary*, lihat Gambar 13. Sistem sensor optik berfungsi sebagai pengidentifikasi adanya perubahan kondisi lingkungan. Selain itu sistem sensor optik juga berfungsi sebagai koordinat ukur sumbu x pada pengukuran.

Sedangkan untuk sistem *rotary encoder* berfungsi sebagai panjang koordinat Y dalam pengukuran. Desain *rotary disk* pada Gambar 14, dibuat secara *custom* menyesuaikan dengan kebutuhan pengukuran. Dimulai dari desain 3D dan pembuatan. Desain 3D digunakan jarak antar lubang yang akan dilalui oleh sensor *rotary*. Gambar *disk* dapat dilihat pada Gambar 15.

D. Perancangan dan Pembuatan Software

Program yang digunakan berbasis pada Arduino IDE. Digunakan Arduino Nano sebagai pengolah dan *execute* dari



Gambar 14. Desain 3D Rotary Disk.



Gambar 15. Rotary Disk.

Tabel 3.
Data Uji Panjang Linier

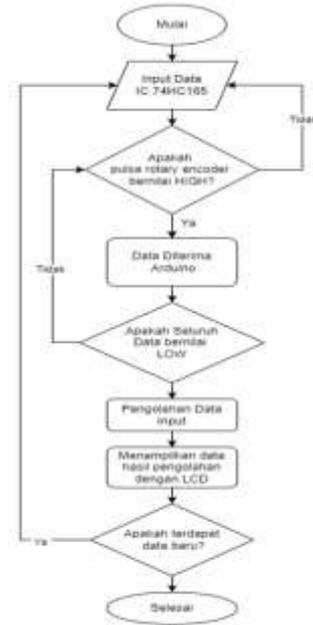
No	Jumlah Sinyal	Jarak (cm)					Rata-Rata
		1	2	3	4	5	
1	2	2.42	2.55	2.22	2.63	2.44	2.452
2	3	4.73	4.85	4.68	4.75	4.9\	4.7525
3	4	7.67	7.45	7.15	7.36	7.48	7.422
4	5	9.57	9.81	9.98	9.65	9.1	9.622
5	6	11.9	12.42	12.3	12.58	12.35	12.312
Rata-Rata jarak antar sinyal (cm)							2.43737

Tabel 4.
Data Hasil Uji Luas Permukaan

No	Data Ke	Luas (cm ²)				
		Nilai Luas Pembanding				
		232.5	465	850.5	900	2250
1	1	287.5	425	845.25	897	2156.25
2	2	235.75	460	856.75	983.25	2179.25
3	3	212.75	488.75	856.75	874	2288.5
4	4	253	483	845.25	948.75	2139
5	5	218.5	494.5	828	1017.75	2179.25
6	6	212.75	442.75	822.25	954.5	2190.75
7	7	264	442.75	828	920	2179.25
8	8	247.25	483	816.5	948.75	2231
9	9	224.25	477.25	828	948.75	2162
10	10	258.75	460	868.25	925.75	2248.25
Rata-Rata		241.45	465.7	839.5	941.85	2195.35
Error		3.85%	0.15%	1.29%	4.65%	2.43%
Rata-Rata Error				2.47%		

program dengan aliran logika seperti pada Gambar 16.

Dimana sistem diawali dengan membaca *input* yang diterima dari IC 74HC165 berupa data serial. Kemudian data yang dihasilkan oleh IC 74HC165 diterima oleh mikrokontroler pada saat nilai dari *rotary encoder* bernilai *HIGH*. Apabila seluruh data serial sudah bernilai *LOW*, selanjutnya Arduino I melakukan pengolahan data berupa penggabungan data pembacaan dan perhitungan nilai jumlah bit yang aktif. Dalam perhitungan jumlah bit aktif dikalikan dengan konstanta pengukuran yang didapatkan dari hasil pengujian. Dalam tahapan pengujian digunakan satuan centimeter persegi sebagai pengukuran keakuratan dari sistem, kemudian dalam pengukuran *leather* digunakan satuan *feet* persegi. Selesai data diolah kemudian data



Gambar 16. Diagram Alir Software.

ditampilkan menggunakan Oled 0,96 inch. Sistem dianggap selesai apabila tidak terdapat data baru lagi.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Masing-masing komponen dan sistem individu diuji untuk diketahui keandalan dan kemudian diuji secara keseluruhan dengan penganalisaan dari data yang diperoleh.

A. Pengujian Sensor Optik

Pengujian pada masing-masing *board* sensor optik untuk diketahui keberhasilan *routing* dan *wiring* rangkaian serta mengetahui analisa *troubleshooting* dari setiap masalah yang dialami pada saat pengujian *board*. Diketahui apabila beberapa masalah yang muncul adalah kerusakan IC 74HC165 dan kesalahan dalam melakukan *wiring*, lihat Tabel 2.

B. Pengujian Panjang Linier Sensor Rotary

Pengujian dari panjang linier sinyal sensor *optic* adalah untuk mengetahui jarak linier yang ditempuh oleh dua sinyal naik sensor *rotary*. Didapatkan hasil seperti pada Tabel 3.

Diperoleh nilai rata-rata dari jarak antar sinyal yang ditempuh adalah 2.43 cm. Kemudian nilai ini digunakan sebagai koefisien perkalian yang digunakan dalam pengukuran luas.

C. Pengujian Luas Permukaan

Tujuan dari pengujian luas permukaan ini adalah untuk mengetahui keakuratan pengukuran luas dari alat yang dibuat. Dari pengujian diperoleh data pada Tabel 4.

Pengukuran luas dibandingkan dengan data 5 buah bangun datar yang telah diketahui luas sesungguhnya. Kelima bangun datar tersebut adalah segitiga sama kaki, segitiga siku-siku, persegi panjang, persegi dan trapesium. Dari data hasil pengukuran tersebut diketahui apabila *range error* dari masing-masing rata-rata pengukuran berada pada nilai 0.14%- 4.65%. Kemudian diperoleh pula nilai rata-rata *error* sebesar 2.47%.

Tabel 2.
Hasil Pengujian Board Sensor Optik

No Board	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	Masalah yang muncul	Troubleshooting
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	IC 74HC165 tidak merespon	Mengganti IC
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	2 sensor tidak bekerja	Mengganti sensor
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-	-
7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	IC 74HC165 tidak merespon 1 sensor tidak bekerja	Mengganti IC Mengganti sensor
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Input sensor tidak stabil	Grounding serial input
9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Beberapa sensor tidak terbaca	Memperbaiki wiring

Tabel 5.
Data Hasil Waktu Pengukuran

Waktu Banding	Data Ke-					Waktu (s) dengan Alat			
	1	2	3	4	5	Rata-Rata (s)	Selisih Waktu (s)	Efisiensi	
18.05	8.11	9.28	9.21	8.9	9.54	9.008	9.042	50.09%	
15.6	6.23	6.96	6.13	7.26	6.76	6.668	8.932	57.26%	
19.36	8.28	8.74	8.45	9.38	9.44	8.858	10.502	54.25%	
20.36	8.27	9.21	8.67	8.52	9.35	8.804	11.556	56.76%	
17.66	8.87	9.43	8.21	7.93	8.76	8.64	9.02	51.08%	
20.78	8.76	9.05	8.46	9.35	8.56	8.836	11.944	57.48%	
20.11	8.12	8.39	8.73	8.42	9.45	8.622	11.488	57.13%	
18.57	7.98	7.45	8.13	7.96	8.04	7.912	10.658	57.39%	
16.88	6.78	6.59	6.77	7.06	6.75	6.79	10.09	59.77%	
19.81	7.84	7.15	7.88	8.13	7.55	7.71	12.1	61.08%	
Rata-Rata Efisiensi								56.23%	

Tabel 6.
Data Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Ukuran (Ft ²)			Waktu (Second)		
	Manual	Alat	Selisih	Manual	Alat	Selisih
1	21.75	21.92	0.17	20.4	9.76	10.64
2	15.75	16.04	0.29	18.2	8.9	9.3
3	18.25	18.55	0.3	21.8	9.8	12
4	16.5	16.78	0.28	19.7	8.74	10.96
5	23.5	24	0.5	21.8	8.98	12.82
6	19.5	19.3	-0.2	18.4	8.11	10.29
7	17	17.2	0.2	17.1	9.46	7.64
8	20.5	20.83	0.33	20.4	9.88	10.52
9	17.75	17.9	0.15	19.9	8.56	11.34
10	26.75	26.57	-0.18	22.1	9.41	12.69
Rata - Rata			0.184	Rata-Rata		10.82

D. Pengujian Waktu Pengukuran

Pengujian waktu pengukuran berfungsi untuk mengetahui nilai efisiensi waktu pada proses pengukuran *leather* dengan pembandingan waktu pengukuran menggunakan metode konvensional. Pengujian waktu pengukuran dilakukan dengan mencatat waktu yang diperlukan dalam mengukur satu lembar kulit. Pencacatan waktu dimulai pada saat tangan operator menyentuh *leather* pertama kali dan waktu dihentikan pada saat operator menyentuh kulit untuk pertama kalinya setelah kulit selesai dilakukan perhitungan. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali pada setiap lembar *leather* dan lembar *leather* yang digunakan sebanyak lima lembar. Hasil uji waktu dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari data pengukuran waktu yang telah dilakukan diperoleh nilai rata-rata efisiensi waktu yang didapatkan adalah 56.23%. Terjadi perbedaan waktu yang cukup variatif pada pengukuran secara konvensional hal ini disebabkan karena pada pengukuran konvensional melibatkan indra penglihatan dan perasaan dalam menentukan ukuran luas dari *leather* sehingga proses pengambilan keputusannya bergantung

pada pengolahan otak dari operator. Sehingga dalam pengukuran konvensional melibatkan ketrampilan operator. Oleh karena itu waktu yang dihasilkan variatif. Sedangkan pada pengukuran dengan menggunakan alat waktu cenderung konstan dengan nilai yang tidak terlalu jauh antara pengukuran satu dan yang lain. Perbedaan waktu antara pengambilan data disebabkan karena pengaruh *respon* operator pada melakukan pengukuran. Namun nilai yang dihasilkan cenderung konstan.

E. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem berfungsi untuk mengetahui keberhasilan sistem mengenai kesesuaian dengan tujuan utama dan mengetahui analisa penerimaan data yang diperoleh. Mekanisme pengujian dilakukan dengan operator menekan tombol *power* dari alat. Kemudian operator meletakkan lembaran *leather* pada konveyor. Kemudian *leather* dibaca luas menggunakan alat yang dibuat dan dicatat hasil pengukuran beserta waktu yang diperlukan untuk mengukur tiap lembaran kulit. Lembaran *leather* yang digunakan diambil dari UMKM penyamakan kulit dari Kota

Yogyakarta dengan bahan dasar kulit sapi. Digunakan 10 lembar kulit sebagai pengambilan data. Ukuran luas *feet* yang digunakan adalah 28 cm x 28 cm. Data hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 6.

Dari data Tabel 6 tersebut diketahui apabila tujuan terpenuhi, yaitu dapat digunakan sebagai alat ukur dan meningkatkan keakuratan serta efisiensi waktu kerja pengukuran kulit bagi industri penyamakan kulit. Dengan rata-rata perbedaan 0.184 ft^2 yang menandakan apabila pengukuran lebih teliti menggunakan alat sedangkan waktu yang diperoleh sebesar rata-rata 10.82 detik lebih cepat dibandingkan dengan cara manual

KESIMPULAN/RINGKASAN

Setelah melakukan tahap perancangan dan pembuatan sistem yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian

dan analisa maka dapat diambil kesimpulan, pertama, alat yang dibuat dapat digunakan dan berjalan sesuai dengan rancangan sistem yang telah dibuat. Kedua, nilai kesalahan yang dimiliki oleh alat adalah sebesar 2.47%. Ketiga, nilai efisiensi dari penggunaan alat dibandingkan dengan cara konvensional adalah sebesar 56.23%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Saptaji W, *Mudah Belajar Mikrokontroler dengan Arduino*. Bandung: Widya Media, 2015, ISBN: 978-602-72062-1-2.
- [2] S. Untari, M. Lutfie, K. Naenggolan, and S. Azizah, "Rancang bangun industri penyamakan kulit ikan pari," *Maj. Kulit, Karet, dan Plast.*, vol. 20, no. 1, pp. 1–9, 2004, doi: <http://dx.doi.org/10.20543/mkkp.v20i1.233>.
- [3] U.S. Environmental Protection Agency, *Guidance Manual for Leather Tanning and Finishing Pretreatment Standards*. Washington, DC: United States Environmental Protection Agency, 1986.