

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR DIAMETER BUAH
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DENGAN
2 KAMERA**

SKRIPSI

**Diajukan guna Memenuhi Persyaratan untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:
HASAN ZIDNI
20140120182**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018**

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hasan Zidni
NIM : 20140120182
Program studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi
Judul karya : Rancang Bangun Alat Ukur Diameter Buah Menggunakan Pengolahan Citra Dengan 2 Kamera

Menyatakan dengan benar dan tanpa paksaan bahwa:

1. Karya ini adalah asli hasil karya saya sendiri dengan arahan dan bimbingan dosen pembimbing dan merupakan sebagian hasil dari penelitian di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan:

Judul	:	Rancang Bangun Belt Konveyor Untuk Pemilah Mutu Buah Manggis Secara Otomatis Berdasarkan Warna Dan Diameter Dengan Menggunakan Image Processing
Sumber dana	:	Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Tahun	:	2017 s/d 2018
Ketua Peneliti	:	Ir. Tony K. Hariadi, M.T.

2. Karya ini tidak memuat hasil karya orang lain kecuali acuan atau kutipan yang telah disebutkan sumbernya.
3. Karya ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana, magister dan/ doktor) di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atau institusi lainnya.
4. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui memberikan hak kepada dosen pembimbing dan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta untuk menyimpan, menggunakan dan mengelola karya ini dan perangkat lainnya (jika ada) serta mempublikasikannya dalam bentuk lain baik itu semua maupun sebagian dengan tetap mencantumkan nama saya.

Yogyakarta, 25 Mei 2018

Yang menyatakan,



(Hasan Zidni)

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR DIAMETER BUAH
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DENGAN
2 KAMERA**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN ALAT UKUR DIAMETER BUAH MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DENGAN 2 KAMERA



Telah diperiksa dan disetujui:

Dosen Pembimbing I

Ir. Tony K. Hariadi, M.T.
NIK. 196803271999123039

Dosen Pembimbing II

Karisma Trinanda putra, S.ST., M.T.
NIK. 19900619201604123092

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
RANCANG BANGUN ALAT UKUR DIAMETER BUAH
MENGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA DENGAN
2 KAMERA

Disusun oleh:

HASAN ZIDNI

20140120182

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada Tanggal 17 Mei 2018

Susunan Tim Penguji:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Tony K. Hariadi, M.T.
NIK. 196803271999123039

Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T.
NIK. 19900619201604123092

Penguji



Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng.
NIK. 19880508201504123073

Skripsi ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.
NIK. 19741010201010123056

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hasan Zidni

NIM : 20140120182

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah skripsi “Rancang Bangun Alat Ukur Diameter Buah Menggunakan Pengolahan Citra Dengan 2 Kamera” ini merupakan hasil karya alat dan tulis saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya tulis.

Yogyakarta, 21 Mei 2018

Penulis,



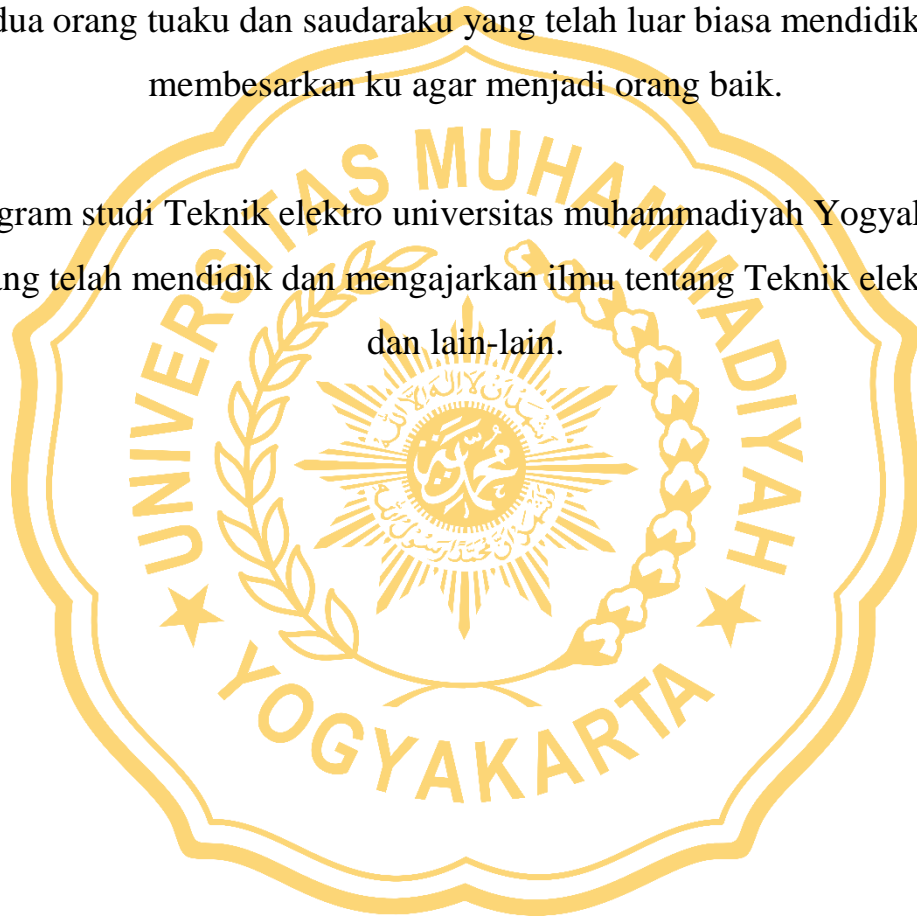
Hasan Zidni

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk Sang Khaliq Allah SWT, sebagai salah satu bentuk ketaatan kepadanya

Kedua orang tuaku dan saudaraku yang telah luar biasa mendidik dan membesarkan ku agar menjadi orang baik.

Program studi Teknik elektro universitas muhammadiyah Yogyakarta yang telah mendidik dan mengajarkan ilmu tentang Teknik elektro dan lain-lain.

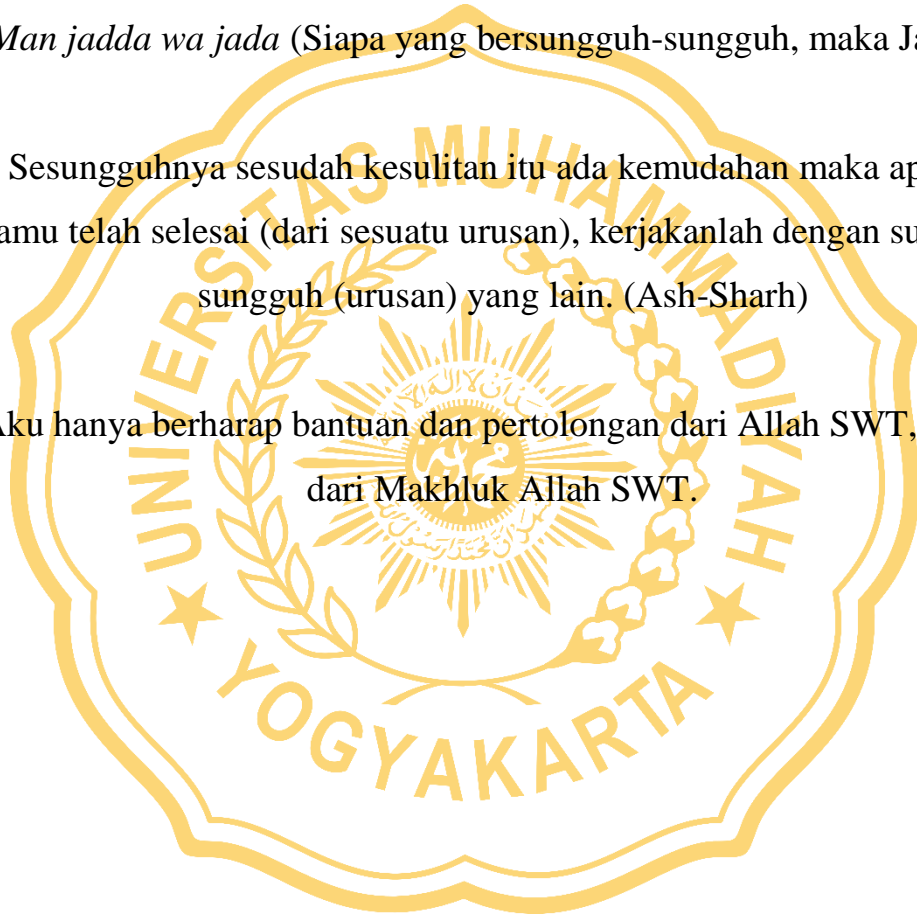


MOTO

Man jadda wa jada (Siapa yang bersungguh-sungguh, maka Jadilah)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. (Ash-Sharh)

Aku hanya berharap bantuan dan pertolongan dari Allah SWT, Bukan dari Makhluk Allah SWT.



KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah *Subhanahu Wata'ala* atas segala limpahan berkat rahmat-Nya dan ridho-Nya sehingga pembuatan alat bisa selesai sesuai yang diharapkan dan menyusun skripsi yang berjudul **Rancang Bangun Alat Ukur Diameter Buah Menggunakan Pengolahan Citra Dengan 2 Kamera**. Serta shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada panutan terbaik sepanjang sejarah peradaban manusia yaitu Nabi Muhammad *Shallallahu 'alaihi wasallam*.

Skripsi ini disusun sebagai syarat menyelesaikan Pendidikan yang harus dipenuhi oleh mahasiswa di Program Studi Sarjana pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Peran dari orang dan lingkungan sekitar sangat berpengaruh terhadap proses pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberi kesehatan, karunia, kemudahan dan telah mengkabulkan doa-doa yang tak terhitung jumlahnya.
2. Ayah dan ibu serta kakak dan adik yang selalu mendoakan dan mendukung semua aktivitas perkuliahan saya.
3. Pimpinan-pimpinan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan dana untuk pembuatan Alat
4. Bapak Ir. Tony K. Hariadi, M.T. Selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan membagi ilmu tentang penulisan skripsi.
5. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T. Selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan membagi ilmu pemrogramannya.
6. Pa indri yang selalu mendukung aktivitas dan memberi fasilitas pembuatan alat.
7. Adit, Bowo, Merina, Irgan, Amir, Atun, ulfi, imam, rara, dan aziz yang selalu memberikan semangat dan mendukung.
8. Teman-teman MRC (mikrokontroler club) yang membantu pengerjaan dan sudah meminjamkan peralatan.

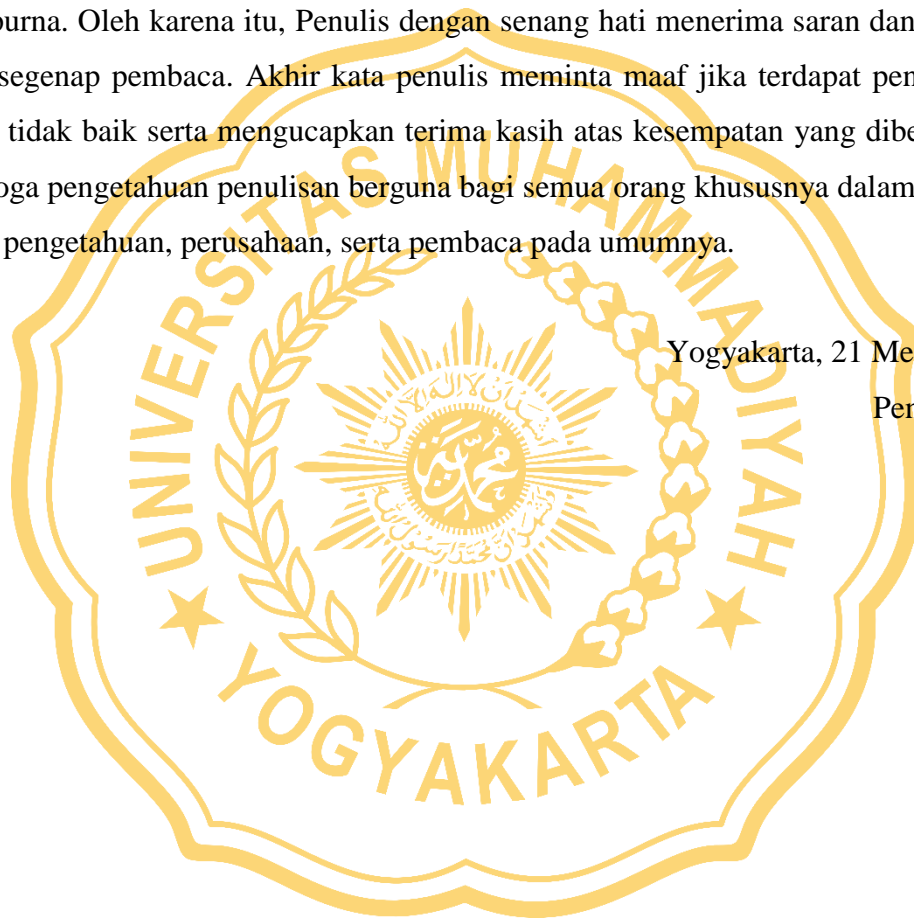
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis baik dalam melaksanakan maupun menyelesaikan laporan kerja praktik ini.

Ilmu yang bermanfaat adalah ilmu yang di amalkan/sampaikan kepada orang lain, semoga ilmu yang diberikan Bapak dosen, Ibu dosen, teman-teman dan semuanya mendapat imbalan dari *Allah Subhanahu Wata'ala*.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih jauh dibilang sempurna. Oleh karena itu, Penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik dari segenap pembaca. Akhir kata penulis meminta maaf jika terdapat penulisan yang tidak baik serta mengucapkan terima kasih atas kesempatan yang diberikan. Semoga pengetahuan penulisan berguna bagi semua orang khususnya dalam dunia ilmu pengetahuan, perusahaan, serta pembaca pada umumnya.

Yogyakarta, 21 Mei 2018

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
MOTO.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
INTISARI....	xv
ABSTRAK....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat yang diharapkan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	3
BAB II TIJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Pengolahan Citra Digital.....	6
2.2.2 Format Citra digital.....	7
2.2.3 Pengolahan Warna	9
2.2.4 Thresholding	10
2.2.5 Piksel.....	11
2.2.6 Metode simpson.....	12
2.2.7 <i>Color Temperature</i>	13
2.2.8 Kamera <i>Action Cam</i> Brica pro 5.....	14
2.2.9 LED Strip SMD5050-60 ip33.....	15
2.2.10 Adaptor Switching 12 Volt 2A	16

2.2.11	OpenCV-Python.....	17
2.2.12	Software OpenCV	19
BAB III METODOLOGI RANCANG BANGUN ALAT		
3.1	Prosedur Perancangan	21
3.2	Analisis Kebutuhan.....	22
3.3	Studi Literatur.....	22
3.4	Tahap Persiapan	22
3.4.1	Tahap persiapan perancangan <i>hardware</i> pengambilan citra.....	22
3.4.2	Tahap Pesiapan Perancangan Perangkat Lunak.....	26
3.5	Perancangan Hardware dum/studio mini	27
3.6	Perancangan Perangkat Lunak	28
3.7	Verifikasi.....	34
3.8	Validasi.....	34
BAB IV HASIL DAN ANALISIS		
4.1	Hasil Perancangan Pembuatan Alat.....	35
4.1.1	Hasil Akhir Hardware Dum atau studio mini.....	35
4.1.2	Hasil Akhir Perancangan perangkat lunak.....	37
4.2	Skenario Pengukuran	40
4.3	Hasil Pengukuran data Kalibrasi 52 mm x 52 mm.....	41
4.4	Akurasi Pengukuran Diameter 52 mm x 52 mm.	48
4.5	Hasil Pengukuran data Kalibrasi 47 mm x 47 mm.....	52
4.6	Akurasi Pengukuran Diameter 47 mm x 47 mm.	59
4.7	Hasil Pengukuran data Kalibrasi 63 mm x 63 mm.....	63
4.8	Akurasi Pengukuran Diameter 63 mm x 63 mm.	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Matriks Citra Digital.....	6
Gambar 2.2	Citra biner dan representasinya dalam data digital.....	7
Gambar 2.3	Citra skala keabuan (grayscale).....	8
Gambar 2.4	Citra warna (<i>true color</i>).....	8
Gambar 2.5	Citra warna berindeks.....	9
Gambar 2.6	Rumus Mendapatkan Nilai HSV	10
Gambar 2.7	Hasil Thresholding	10
Gambar 2.8	Hasil Histogram.....	11
Gambar 2.9	Representasi jumlah pixel dalam sebuah citra digital	11
Gambar 2.10	Representasi koordinat sebuah pixel dalam sebuah citra digital	12
Gambar 2.11	Grafik Metode <i>simpson</i>	12
Gambar 2.12	mengekspresikan nilai kelvin terhadap warna cahaya.....	13
Gambar 2.13	Action Cam Brica pro 5.....	14
Gambar 2.14	LED Strip SMD5050-60 ip33	16
Gambar 2.15	Adaptor Switching 12 Volt 2A.....	16
Gambar 2.16	Logo Bahasa pemrograman Python.....	17
Gambar 2.17	Logo Library Pip Python	18
Gambar 2.18	Logo Library NumPy	18
Gambar 2.19	Logo Library Matplotlib.....	19
Gambar 2.20	Logo Software OpenCV	19
Gambar 3.1	Diagram Perancangan.....	21
Gambar 3.2	Desain Dum Tampak Samping.....	23
Gambar 3.3	Ukuran-ukuran dum.....	23
Gambar 3.4	Dum Dalam bentuk 2D ketika pemotongan	24
Gambar 3.5	Cara Setting Python 2.7 di Windows	26
Gambar 3.6	Hasil Tahap Perakitan Dum yang Diharapkan	28
Gambar 3.7	Hasil Tahap Perakitan Led Strip dan Kamera Pada Dum	28
Gambar 3.8	Diagram Blok Perancangan Mendapatkan Nilai HSV	29
Gambar 3.9	Diagram Blok Perancangan Mendapatkan Pengukuran	30
Gambar 3.10	Kamera Dan Led Strip Sudah Terpasang	32
Gambar 3.11	Perhitungan Pixel Setelah Citra Di Thresholding	33
Gambar 4.1	Dum Tampak Depan.	36

Gambar 4.2	Pencahayaan Dum dan Penempatan Kamera.....	37
Gambar 4.3	Perhitungan pixel setelah dilakukan <i>thresholding</i>	37
Gambar 4.4	Pencarian nilai HSV atau kalibrasi nilai HSV	38
Gambar 4.5	Diagram Skenario Pengukuran	40
Gambar 4.6	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu X	48
Gambar 4.7	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu Y	49
Gambar 4.8	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu X.....	50
Gambar 4.9	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu Y.....	50
Gambar 4.10	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu X	59
Gambar 4.11	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu Y	60
Gambar 4.12	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu X.....	61
Gambar 4.13	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu Y.....	61
Gambar 4.14	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu X	70
Gambar 4.15	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu Y	71
Gambar 4.16	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu X.....	72
Gambar 4.17	Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu Y.....	72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Spesifikasi Action Cam Brica pro 5	15
Tabel 3.1	Format Pengambilan.....	34
Tabel 4.1	Data Kalibrasi Tanah.....	39
Tabel 4.2	Hasil pengukuran untuk kalibrasi di 52 x 52	39
Tabel 4.3	Hasil pengukuran dengan objek 31 mm x 31 mm.....	41
Tabel 4.4	Hasil pengukuran dengan objek 42 mm x42 mm.....	42
Tabel 4.5	Hasil pengukuran dengan objek 47 mm x 47 mm.....	43
Tabel 4.6	Hasil pengukuran dengan objek 52 mm x 52 mm.....	44
Tabel 4.7	Hasil pengukuran dengan objek 62 mm x 62 mm.....	45
Tabel 4.8	Hasil pengukuran dengan objek 72 mm x 72 mm.....	46
Tabel 4.9	Hasil pengukuran dengan objek 76 mm x 76 mm.....	47
Tabel 4.10	Hasil Rata- rata Akurasi pengukuran Kamera atas pada kalibrasi 52 mmx 52mm.....	48
Tabel 4.11	Hasil Rata- rata Akurasi pengukuran Kamera Samping pada kalibrasi 52 mmx 52mm	49
Tabel 4.12	Uji pengukuran pada buah dengan kalibrasi 52 mmx 52mm	51
Tabel 4.13	Hasil pengukuran dengan objek 31 mm x 31 mm.....	52
Tabel 4.14	Hasil pengukuran dengan objek 42 mm x42 mm.....	53
Tabel 4.15	Hasil pengukuran dengan objek 47 mm x 47 mm.....	54
Tabel 4.16	Hasil pengukuran dengan objek 52 mm x 52 mm.....	55
Tabel 4.17	Hasil pengukuran dengan objek 62 mm x 62 mm.....	56
Tabel 4.18	Hasil pengukuran dengan objek 72 mm x 72 mm.....	57
Tabel 4.19	Hasil pengukuran dengan objek 76 mm x 76 mm.....	58
Tabel 4.20	Hasil Rata- rata Akurasi pengukuran Kamera atas pada kalibrasi 47mmx 47mm	59
Tabel 4.21	Hasil Rata- rata Akurasi pengukuran Kamera Samping pada kalibrasi 47 mmx 47 mm	60
Tabel 4.22	Uji pengukuran pada buah dengan kalibrasi 47 mmx 47 mm	62
Tabel 4.23	Hasil pengukuran dengan objek 31 mm x 31 mm.....	63
Tabel 4.24	Hasil pengukuran dengan objek 42 mm x42 mm.....	64
Tabel 4.25	Hasil pengukuran dengan objek 47 mm x 47 mm.....	65
Tabel 4.26	Hasil pengukuran dengan objek 52 mm x 52 mm.....	66

Tabel 4.27	Hasil pengukuran dengan objek 63 mm x 63 mm.....	67
Tabel 4.28	Hasil pengukuran dengan objek 72 mm x 72 mm.....	68
Tabel 4.29	Hasil pengukuran dengan objek 76 mm x 76 mm.....	69
Tabel 4.30	Hasil Rata- rata Akurasi pengukuran Kamera atas pada kalibrasi 63mmx 63mm	70
Tabel 4.31	Hasil Rata- rata Akurasi pengukuran Kamera Samping pada kalibrasi 63 mmx 63 mm	71
Tabel 4.32	Uji pengukuran pada buah dengan kalibrasi 63 mmx 63 mm	73

INTISARI

Buah adalah sumber penting bagi tubuh manusia dalam pemenuhan kebutuhan vitamin dan karbohidrat. Buah memiliki rasa yang unik dan mengandung kalori yang berbeda-beda. Indonesia merupakan negara agraris dengan pekerja di bidang pertanian sebesar 31,86 persen atau 39,68 juta bekerja. Standarisasi buah sangat diperlukan selain rasa buah yaitu ukuran buah. Pada tahun 2002 ekspor buah hanya mencapai 93.833,9 ton pada setiap tahunnya selalu meningkat, jika rata-rata jumlah peningkatan ekspor buah dari tahun 2002 sampai 2015 sebesar 20.051,9 ton. Pada tahun 2015 jumlah ekspor buah mencapai 354.508,9 ton. Permintaan dan kebutuhan ekspor cukup tinggi maka standarisasi ukuran sangat diperlukan. Pengolahan citra atau *image processing* merupakan salah satu cara untuk melakukan pengukuran selain menggunakan pengukuran manual. Pada penelitian ini, pengukuran menggunakan *image processing* dengan 2 kamera secara *Cross-sectional* dengan metode simpson. Dari hasil pengukuran metode simpson, didapat hasil pengukuran cukup akurat. Akurasi akan diatas 98% di titik diameter dengan ukuran yang sama dengan kalibrasi. Semakin jauh dari nilai kalibrasi maka semakin turun akurasi pengukuran. Adapun untuk akurasi pada diameter ± 15 mm terhadap diameter kalibrasi akan memiliki akurasi di bawah 95%. Hal-hal yang mempengaruhi pengolahan citra yaitu pencahayaan dan jarak. Oleh sebab itu, pada penelitian ini di buatlah sebuah dum/ studio mini untuk melakukan pengukuran dengan jarak kamera yang tetap.

Kata kunci : Metode Simpson, *Image Processing*, Pengukuran, Diameter

ABSTRAK

Fruit is an important source for the human body in the fulfillment of the needs of vitamins and carbohydrates. Fruit has a unique taste and contains different calories. Indonesia is an argument country with 31.86 percent or 39.68 million workers in agriculture. Standardization of fruit is in need besides the fruit taste is the size of the fruit. In 2002 export of fruit only reached 93,833.9 tons in each year always increase, if the average amount of fruit export increase from 2002 to 2015 amounted to 20,051.9 tons. In 2015 the number of fruit exports reached 354,508.9 tons. Demand and needs of export is quite high then standardization of size is needed. Image processing or image processing is one way to perform measurements in addition to manual measurement. In this research, support using image processing with 2 cameras in cross-sectional with Simspon method. From the result of measurement of simpson method, got result of measurement quite accurate. Accuracy will be above 98% at the point of diameter of the same size as the calibration. As far as calibration goes, the accuracy of measurement is decreased. As for accuracy at ± 15 mm diameter to calibration diameter will have accuracy below 95%. Things that affect image processing lighting and distance. Therefore, in this study made a dum / mini studio to perform measurements with a fixed camera distance.

Keywords: Simpson Method, Image Processing, Measurement, Diameter

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Buah adalah sumber penting bagi tubuh manusia dalam pemenuhan kebutuhan vitamin dan karbohidrat. Buah memiliki rasa yang unik dan mengandung kalori yang berbeda-beda. Setiap tubuh manusia memerlukan vitamin yang berbeda-beda maka satu-satunya sumber vitamin dari alam yaitu berasal dari buah. Dari kebutuhan buah untuk sumber vitamin maka kebutuhan buah akan selalu meningkat karena tidak ada sumber vitamin yang bisa menggantikan buah. Hal tersebut yang akan mendasarin petani menanam buah.

Indonesia dikenal sebagai negara agraris karena sebagian besar penduduk Indonesia memiliki mata pencaharian di bidang pertanian atau bercocok tanam. Pada Februari 2017, Kepala BPS (Badan Pusat Statistik) Kecuk Suhariyanto mengemukakan 31,86 persen angkatan kerja di Indonesia atau 39,68 juta bekerja di sektor pertanian. Adapun menurut Andi Amran Sulaiman (Menteri Pertanian RI 2014) ketika acara syukur panen di Desa Karang Layung, Kecamatan Sukra, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat, menerangkan Indonesia mempunyai mimpi besar di tahun 2045. Indonesia harus menjadi lumbung pangan dunia yang sebelumnya melakukan impor, Indonesia akan gencar melakukan ekspor (OkezoneFinace).

Indonesia memiliki tanah yang subur yang mampu tumbuh dan berkembangnya suatu tanaman buah yang bermacam-macam. Salah satu bukti bahwa tanah Indonesia yang subur banyak buah di ekspor. Dari data BPS (Badan Pusat Statistik) ekport buah dari tahun ke tahun selalu meningkat. Pada tahun 2002 eksport buah indonesia hanya mencapai 93.833,9 ton yang setiap tahunnya selalu meningkat, jika rata-rata jumlah peningkatan eksport buah dari tahun 2002 sampai 2015 sebesar 20.051,9 ton. Pada tahun 2015 jumlah eksport buah mencapai 354.508,9 ton. Buah tersebut di eksport paling banyak ke Asia dan timur tengah.

Kepada Badan Standardisasi Nasional Bambang Setiadi mengatakan negara pengimpor asal Eropa dan Asia mulai memasukkan tersedianya standar nasional sebagai syarat bagi buah asal Indonesia. Pada draf protokol ekspor, pemerintah

China mensyaratkan buah salak yang diekspor berasal dari kebun yang telah di registrasi, juga menerapkan *good agricultural practices* (GAP) dan pengendalian hama terpadu. Menristekdikti Mohamad Nasir menyatakan pada acara meninjau kebun alpukat kendil yang dikembangkan di Kebun Mustika Sinar Semesta, Blora, Jawa Tengah, Standarisasi penting selain rasa buah. Standarisasi ukuran dan rasa selanjutnya kemampuan produksi untuk jumlah Agar bisa mencukupi pasar lokal sekaligus luar negeri.

Salah satu standarisasi buah setelah rasa yaitu ukuran buah. Metode pengukuran buah bermacam-macam. Salah satunya pengukuran dengan menggunakan alat ukur seperti penggaris, mili meter blok, jangka sorong dan lain-lain. Pengukuran menggunakan alat tersebut membutuhkan manusia untuk mengukur. Cara pengukuran manual masih banyak kelemahan. Salah satu kelemahan dari pengukuran manual membutuhkan waktu yang lama dan membutuhkan jumlah pekerja yang lebih banyak.

Meningkatnya jumlah ekspor buah akan membutuhkan teknologi untuk pengukuran ukuran buah karena metode pengukuran dengan manual tidak lagi bisa dilakukan karena membutuhkan waktu yang lama. Maka salah satu cara untuk mempermudah pengukuran ukuran buah tanpa membutuhkan pekerja yang banyak dan waktu yang cukup cepat yaitu dengan menggunakan teknologi pengolahan citra. Teknologi pengolahan citra telah dikembangkan untuk melakukan pemeriksaan kualitas berbagai buah dan sayuran seperti apel, belimbing, strawberry, kentang, cherry, jeruk, pepaya (Abdullah et al, 2006; Aleixos et al 2002; Baranowski et al, 2012; Bato et al 2000; Riyadi et al 2008). Maka dapat disimpulkan teknologi pengolahan citra memberikan peluang sangat besar untuk mengukur diameter buah dibandingkan cara konvensional.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut maka dapat di rumuskan masalah yang akan dibahas tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana merancang alat ukur diameter buah agar bisa mengetahui ukuran buah menggunakan *image processing*?
- b. Metode apakah yang digunakan untuk mengetahui diameter buah dengan *image processing* dan berapa tingkat akurasi pengukuran?

1.3 Batasan Masalah

Agar tugas akhir ini tepat sasaran dan sesuai dengan harapan maka dibuat batasan masalah pada tugas akhir ini sebagai berikut:

- a. Pengukuran buah hanya diambil lebar atau Panjang yang paling besar dari 2 kamera dan nilai tersebut akan dijadikan sebagai diameter.
- b. Sistem pengukuran diameter buah menggunakan pengolahan citra dengan metode *Cross-sectional* dual kamera berbasis pada metode Simpson.

1.4 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini yaitu untuk Merancang sistem pengukuran ukuran buah dengan metode *Cross-sectional* dual kamera berbasis pada metode Simpson.

1.5 Manfaat yang diharapkan

Adapun Manfaat yang akan diperoleh dari tugas akhir ini:

- a. Meningkatkan kecepatan Pengukuran ukuran buah.
- b. Meningkatkan ketelitian Pengukuran ukuran buah.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Laporan tugas akhir ini disusun menjadi 5 Bab. Adapun rincian Penulisan Laporan sebagai berikut:

- a. Bab I Pendahuluan: Memuat penjelasan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat yang diharapkan dan sistematika penulisan laporan tugas akhir ini.
- b. Bab II Tinjauan Pustaka Dan Dasar Teori: Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai Penelitian yang pernah di lakukan dan landasan teori yang menunjang penelitian.
- c. Bab III Metodologi: Bagian ini akan menjelaskan mengenai metode penelitian dari awal pengerjaan tugas akhir hingga akhir
- d. Bab IV Hasil Dan Analisis: Bab ini akan menjelaskan hasil dari pengerjaan tugas akhir dengan menentukan apakah alat bisa berfungsi dengan baik.
- e. Bab V Penutup: Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang bermanfaat bagi riset dalam teknologi pengolahan citra dan teknologi pengukuran lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka berisi tentang beberapa penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, cara untuk memanfaatkan pengolahan citra untuk pengolahan gambar. Adapun Berikut beberapa hasil penelitian atau karya yang berkaitan dengan pengolahan citra mengetahui ukuran buah.

Penelitian yang dilakukan oleh Jatmika (2014) mendapatkan hasil bahwa sistem deteksi kemiripan citra yang telah dibuat dapat mengetahui cara menentukan kematangan apel yaitu dengan cara menghitung nilai jarak antar histogram yang dihasilkan oleh kedua citra. Citra yang memiliki kemiripan distribusi warna citra yang sama persis memiliki selisih jarak sama dengan nol Faktor yang mempengaruhi keakuratan citra yaitu cahaya, jarak, dan background.

Memfaatkan *image processing* yang dilakukan oleh Nugraha mendapatkan hasil bahwa pada tomat dapat diidentifikasi dari kadar warna yang terdapat dalam citra. Tingkat akurasi sistem terbaik terdapat pada pengujian dengan jarak 50 lux dan 150 lux dengan kondisi terang dan *processing* dengan nilai akurasi adalah 88%, dan waktu komputasi rata-rata adalah 4.5s. Sistem sangat rentan terhadap kondisi pencahayaan terutama ketika gelap, terbukti dari hasil pengujian gelap yang mencapai nilai 36%. Berdasarkan pengujian sistem, tingkat akurasi sesuai dengan hasil yang diharapkan yakni mencapai diatas 80%.

Aplikasi perangkat lunak untuk komputasi luas daun dikembangkan menggunakan perpustakaan Open Source Computer Vision (OpenCV). Perangkat lunak OpenCV diuji untuk memperkirakan keakuratan perhitungan luas daun. Hasil perhitungan perangkat lunak kemudian dibandingkan dengan hasil pengukur luas daun laboratorium untuk mengidentifikasi kesalahan. Hasilnya menunjukkan bahwa resolusi gambar yang lebih tinggi meningkatkan akurasi dengan mengurangi kesalahan. Citra resolusi tinggi memberikan akurasi lebih tinggi, namun kecepatan pemrosesan menurun. Pengukuran daun dalam proyek ini menghasilkan rentang akurasi antara 92,8% hingga 99,0%. Disimpulkan bahwa algoritma OpenCV memberikan akurasi cepat dan memadai untuk perhitungan luas daun, dan bahwa

sistem aplikasi ponsel pintar praktis untuk digunakan di lapangan. (K. Hariadi, Zulfan Fadholi, etc., 2018)

Untuk Sistem pendeteksian telah dilakukan oleh Pamungkas (2017) dengan menggunakan metode *hough circle transform* memiliki keandalan yang baik dalam mendeteksi terhadap beberapa variasi background dengan nilai threshold HSV untuk bola warna oranye yaitu hue 0-100, saturation 85-255, dan value 180-255. Jarak maksimal sistem mampu mendeteksi bola dengan diameter 20 cm menggunakan metode *hough circle transform* adalah 500 cm. Waktu rata-rata proses pendeteksian dalam mendeteksi bola pada PC dengan spesifikasi processor Intel Core i3-2350M dengan kecepatan 2.30 GHz dan RAM sebesar 6GB menggunakan metode *hough circle transform* adalah 0.0054 detik dengan nilai standar deviasi sebesar 0.001978731.

Penelitian tentang metode simpson yang dilakukan oleh Joko Siswanto (2012) menyatakan Kerangka kerja penentuan volume telur menggunakan computer vision dan aturan Simpson terdiri atas penangkapan citra, pra pemrosesan, segmentasi citra, rotasi citra, dan penentuan volume telur. Aturan Simpson dipilih karena bentuk telur sangat dekat dengan benda putar yang diperoleh dengan memutar daerah yang dibatasi oleh sumbu mayor dan dua buah elips mengelilingi sumbu mayor. Dari hasil simulasi menggunakan citra lingkaran dan elips untuk memperoleh volume bola dan ellipsoid terlihat bahwa penentuan volume dengan aturan Simpson lebih akurat jika dibandingkan dengan metode penjumlahan cakram.

Adapun penelitian ini berbeda dengan penelitian yang ada sebelumnya seperti telah disebutkan diatas. Dalam hal ini belum ditemukan penelitian yang berkaitan dengan perancangan dan pembuatan alat ataupun karya ilmiah untuk sistem alat ukur diameter buah menggunakan pengolahan citra dengan 2 kamera. Sejauh ini yang ada hanyalah deteksi buah berdasarkan warna RBG. Peneliti lain juga sudah melakukan deteksi kematangan pada buah apel dan tomat berdasarkan nilai RGB. Adapun penelitian deteksi bola dengan menggunakan metode *hough circle transform* masih memiliki kelemahan. Pada penelitian tersebut menggunakan metode *hough circle transform* untuk mengetahui jarak bola dengan memanfaatkan diameter. Adapun pertimbangan dari penelitian lain bisa memanfaatkan pertimbangan-

pertimbangan dari penelitian sebelumnya seperti hal-hal yang mempengaruhi *image processing*. Dari beberapa penelitian sebelumnya maka dapat disimpulkan hal-hal yang mempengaruhi *image processing* adalah pencahayaan dan jarak.

Maka dari hasil pertimbangan dan metode *thresholding* pengolahan citra yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode *Threshold binary inv*. Adapun untuk pengukuran diameter akan menggunakan metode simpson.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital (*digital image processing*) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra tersebut didapat dari pengambilan gambar *real-time* ataupun gambar diam. pengolahan citra (*image processing*) digunakan agar citra digital bisa dimanipulasi menjadi citra digital lain yang kualitasnya lebih baik, karena pada citra mudah mengalami gangguan/di interpretasi baik oleh manusia maupun mesin. Salah satu contoh gangguan pada citra yaitu citra mengandung cacat atau derau (*noise*) sehingga sulit dikenali karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang.

Sebuah citra digital dapat diwakili oleh sebuah matriks dua dimensi yaitu $f(x, y)$, dimana nilai setiap matriks tersebut piksel (*pixel = picture element*). Sebuah citra digital merupakan kumpulan sebuah matrik yang nilai matrik tersebut mewakili warna citra. Adapun nilai warna tersebut memiliki rentang yaitu 0 samappi 255. Pada nilai matrik tersebut memiliki titik kordinat yang sesuai ukuran citra. Nilai matrik dan koordinat tersebut merupakan titik pixel citra. Dari hasil matrik citra digital tersebut bisa dituliskan dalam sebuah matrik seperti di bawah ini:

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0, N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1, N-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1, N-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 2.1 Matriks Citra Digital

Suatu citra $f(x, y)$ dalam fungsi matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$0 \leq x \leq N-1$$

$$0 \leq y \leq M-1$$

$$0 \leq f(x,y) \leq G-1$$

dengan: N = jumlah piksel baris (row) pada array citra

M = jumlah piksel kolom (column) pada array citra

G = nilai skala keabuan (graylevel)

M = jumlah piksel kolom (column) pada array citra

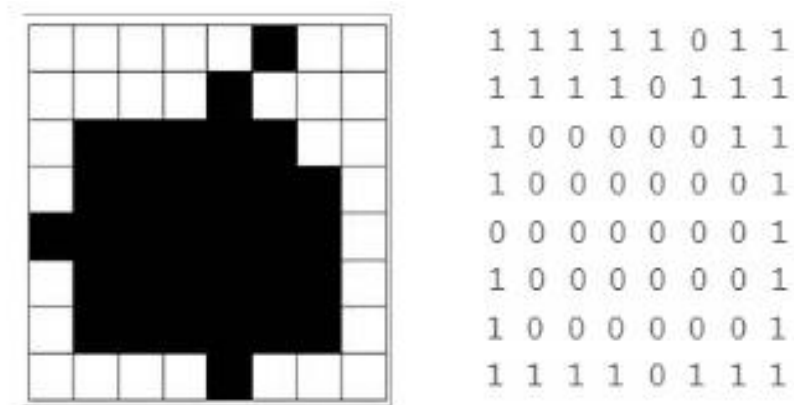
G = nilai skala keabuan (graylevel)

2.2.2 Format Citra digital

Pada format citra digital memiliki beberapa jenis format digital. Apapun format-format citra digital seperti di bawah ini:

1. Citra Biner

Citra biner merupakan suatu jenis citra yang setiap titik bernilai 0 atau 1. Adapun masing-masing nilai tersebut merepresentasikan warna tertentu. Untuk warna yang digunakan merepresentasikan warna yang paling lazim yaitu warna hitam bernilai 0 dan warna putih bernilai 1. Pada citra biner setiap titik pada citra hanya membutuhkan 1 bit, sehingga lebih mudah pengenalan bentuk objek. Bit-bit pada citra biner merupakan suatu citra untuk merepresentasikan suatu bentuk objek. Adapun berikut ini salah satu contoh gambar yang representasi citra biner kedalam data digital.



Gambar 2.2 Citra biner dan representasinya dalam data digital

2. Citra skala keabuan (*grayscale*)

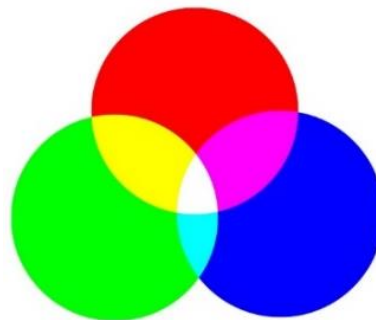
Citra skala keabuan merupakan format citra yang memberi kemungkinan warna yang lebih banyak daripada citra biner. Oleh karena itu, nilai-nilai pada format citra ini memiliki nilai minimum (biasanya = 0) dan nilai maksimumnya. Banyaknya kemungkinan nilai yang didapat nilai pixel tersebut bergantung pada jumlah bit yang digunakan. Contohnya apabila nilai skala keabuan 4 bitnya, maka jumlah kemungkinan nilainya adalah $2^4 = 16$, dan nilai maksimumnya adalah $2^4 - 1 = 15$. Format citra skala keabuan pada umumnya memiliki warna hitam sebagai warna minimal dan warna putih sebagai warna maksimalnya, sehingga warna antaranya adalah abu-abu. Adapun gambar warna citra skala keabuan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Citra skala keabuan (*grayscale*)

3. Citra warna (*true color*)

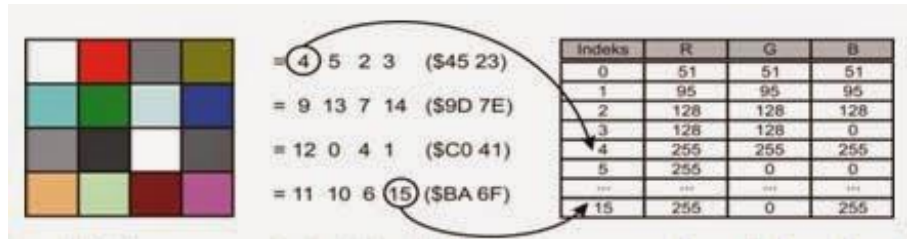
Pada citra warna merupakan format citra yang memiliki nilai setiap titik yang spesifik yang merupakan kombinasi dari 3 warna dasar, yaitu: merah, hijau, dan biru. Format citra jenis ini sering disebut sebagai citra RGB (*red-green-blue*). Pada setiap warna dasar ketiga warna tersebut mempunyai intensitas sendiri dengan nilai maksimum 255 (8 bit).



Gambar 2.4 Citra warna (*true color*).

4. Citra warna berindeks

Pada format citra warna indeks merupakan suatu format yang memberikan informasi setiap titik yang merupakan indeks dari suatu tabel yang berisi informasi warna yang tersedia, yang disebut palet warna (*color map*). Jumlah bit yang dibutuhkan untuk mendapatkan informasi setiap titik bergantung pada jumlah warna yang tersedia dalam palet warna. Adapun untuk gambar warna citra berindeks seperti dibawah ini:



Gambar 2.5 Citra warna berindeks

2.2.3 Pengolahan Warna

Pengolahan warna merupakan suatu model untuk mengetahui warna. Model warna untuk mengetahui nilai warna tersebut dibedakan menjadi 2 yaitu

1. model RGB (*Red Green Blue*)

Model RGB (*Red Green Blue*) merupakan model yang digunakan untuk mempresentasikan menggunakan 3 warna yaitu merah, hijau dan biru. Pada tiga warna tersebut akan di campurkan agar membentuk 1 warna. Warna RGB (*Red Green Blue*) sebagai warna dasar dari pencampuran warna. Oleh karena itu, apabila suatu citra warna di pantau nilai warna dengan model RGB maka akan di dapat 3 nilai yaitu merah, hijau dan biru.

2. Model HSV (*Hue Saturation Value*)

Model HSV (*Hue Saturation Value*) merupakan suatu model deteksi warna berdasarkan 3 karakteristik pokok warna. *Hue* menyatakan warna sebenarnya atau warna dasar seperti merah, violet, dan kuning. Sedangkan *saturation* merupakan ukuran banyaknya cahaya putih yang tercampur pada warna yang menimbulkan kemurnian atau kekuatan warna. Untuk value merupakan kecerahan dari warna. Nilainya berkisar antara 0-100 %.

Apabila nilainya 0 maka warnanya akan menjadi hitam, semakin besar nilai maka semakin cerah dan muncul variasi-variasi baru dari warna tersebut.

$$H = \begin{cases} 60 \left(\frac{(G-B)}{\delta} \right) & MAX = R \\ 60 \left(\frac{(B-R)}{\delta} + 2 \right) & MAX = G \\ 60 \left(\frac{(R-G)}{\delta} + 2 \right) & MAX = B \\ not_defined & MAX = 0 \end{cases}$$

$$S = \begin{cases} \frac{\delta}{MAX} & MAX \neq 0 \\ 0 & MAX = 0 \end{cases}$$

$$V = MAX$$

Gambar 2.6 Rumus Mendapatkan Nilai HSV

2.2.4 Thresholding

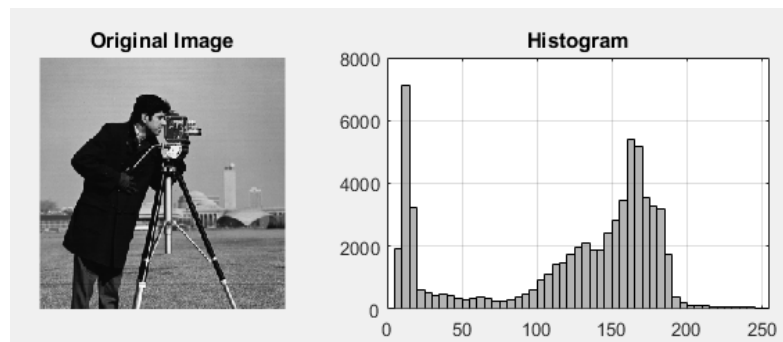
Thresholding merupakan salah satu metode untuk memisahkan antara objek dengan background dalam suatu yang diambil atau di peroleh. Pada *thresholding* citra akan dipisahkan berdasarkan nilai histogram citra, metode ini akan membuat citra ke bentuk hitam putih atau citra biner. Sistem tersebut akan memberikan nilai ambang batas pixel. Setelah sudah berhasil dipisahkan objeknya dengan background maka nilai yang di deteksi masih di dalam nilai histogram maka bisa di misalkan nilainya 1 (putih). Sedangkan apabila nilai di luar histogram maka di umpamakan nilai tersebut 0 (hitam). Maka hasil citra setelah di *thresholding* tersebut akan hitam putih karena terdapat ambang batas. Adapun contoh hasil *thresholding* seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.7 Hasil Thresholding

Histogram citra merupakan diagram yang menggambarkan distribusi frekuensi nilai intensitas piksel dalam suatu citra yang dimiliki oleh semua citra. Ketika suatu image didapatkan nilai histogram maka suatu citra bisa dapat dibedakan dengan citra lain. Oleh karena itu, pada *thresholding* sangat di perlukan nilai histogram agar bisa memisahkan objek yang di deteksi. Pada kurva histogram akan representasi sumbu horizontal merupakan nilai intensitas

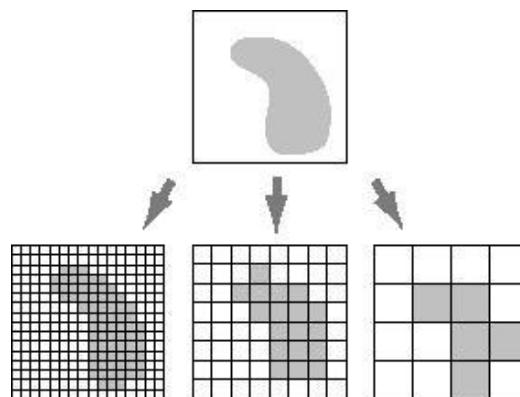
piksel sedangkan sumbu vertikal merupakan frekuensi/jumlah piksel. Adapun gambar kurva yang diambil dari citra seperti dibawah ini:



Gambar 2.8 Hasil Histogram

2.2.5 Piksel

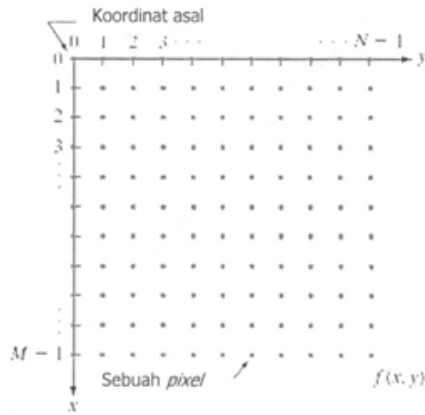
Piksel merupakan suatu unsur citra digital atau representasi sebuah titik yang terkecil dalam sebuah citra digital yang dihitung perinci. Kata piksel berasal dari bahasa inggris yaitu Picture Element (Pixel). Dimensi dari sebuah piksel dapat ditentukan ukurannya sesuai dengan kebutuhan dalam sebuah citra digital. Untuk mendapatkan Ukuran piksel dari sebuah citra yang menentukan bagaimana kasar atau halus nya citra yang akan mempresentasikan. Semakin banyak piksel dalam citra, maka akan semakin halus atau lebih detail citra yang ditampilkan tapi ruang penyimpanan semakin besar. Sedangkan Apabila semakin sedikit piksel citra yang didapat, maka akan kehalusan citra akan terlihat lebih kasar atau adanya kehilangan informasi.



Gambar 2.9 Representasi jumlah pixel dalam sebuah citra digital

Pada sebuah pixel memiliki lokasi atau koordinat dalam setiap piksel yang definisikan dalam bentuk baris dan kolom. Oleh karena itu, sebuah piksel

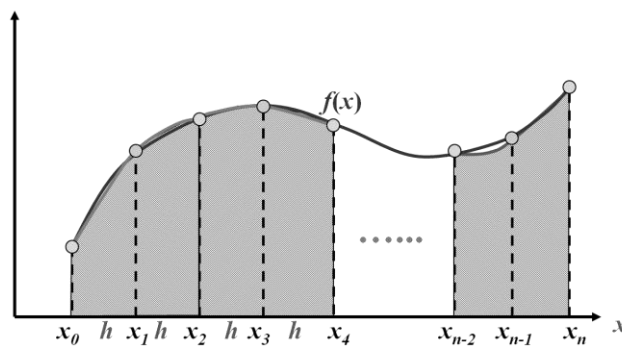
memuat sistem koordinat kartesian, maka setiap baris merupakan paralel dengan sumbu x (x-axis), dan kolom paralel dengan sumbu y (y-axis).



Gambar 2.10 Representasi koordinat sebuah pixel dalam sebuah citra digital

2.2.6 Metode simpson

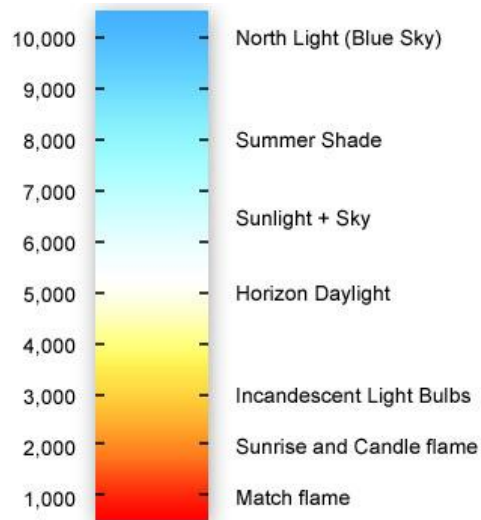
Metode *simpson* merupakan sebuah metode dari pengembangan metode trapezium. Metode *simpson* memiliki daerah pembagi berupa dua buah trapesium dengan menggunakan kurva pendekatan berupa parabola. Pendekatan metode *simpson* berupa perhitungan luas daerah dihitung dengan menjumlahkan luas daerah subinterval yang terdiri dari bidang dengan ujung berupa parabola. Pada metode *simpson* semakin kecil subinterval yang digunakan akan maka semakin tinggi akurasi hasil perhitungan yang diperoleh. Adapun hal ini disebabkan karena ujung-ujung daerah subinterval akan kurva dari metode simpson dan mendekati bentuk kurva yang sesungguhnya.



Gambar 2.11 Grafik Metode *simpson*

2.2.7 Color Temperature

Color Temperatur adalah parameter yang digunakan untuk mengekspresikan karakteristik warna cahaya secara numerik dalam satuan Kelvin. Color temperature hanya terdapat pada lampu LED (*light emitting diode*). Adapun untuk mengekspresikan nilai kelvin terhadap warna cahaya yang dipancarkan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.12 mengekspresikan nilai kelvin terhadap warna cahaya

Dari gambar di atas bahwa pada LED memiliki nilai color temperature yang mempengaruhi warna pencahayaan yang dipancarkan. Semakin besar nilai kelvin maka cahaya yang dipancarkan akan semakin ke warna biru. Sedangkan semakin kecil nilai kelvin maka warna cahaya yang dipancarkan semakin ke kuning sampai akan mendekati warna merah. Untuk pencahayaan yang dipancarkan putih maka kelvin yang digunakan 5000 kelvin.

Untuk mengetahui nilai color temperature maka menggunakan alat yaitu alat ukur cahaya seperti Konica Minolta Illuminance Spectrophotometer atau CRI Illuminance Meter. Tapi pada dasarnya suatu produk akan memiliki spesifikasi color temperature pada kemasan LED. Oleh karena itu, konsumen lebih mudah untuk menentukan pencahayaan yang tetap untuk penerangan ataupun interiornya.

Penentuan warna dari sebuah led didasari oleh *color temperature* atau kelvin yang dimiliki oleh sebuah LED. Penentuan kelvin sangat berpengaruh terhadap cahaya yang memancar. Adapun untuk menentukan warna yang diinginkan untuk Jenis lampu Led Strip memiliki banyak varian warna, beberapa warna yang umum dan sering digunakan antara lain:

- a. Putih/ White: memiliki warna Putih bersih untuk besar kelvin berkisar antara 6000 Kelvin sd 6500 Kelvin.
- b. Warm White: memiliki warna Putih-Kekuningan untuk besar kelvin berkisar antara 2500 Kelvin sd 3500 Kelvin.
- c. Natural White: memiliki warna putih dengan sedikit tone kuning yang berada di antara warna white dan warm white untuk besar kelvin berkisar antara 4000 Kelvin sd 5500 Kelvin, Penggunaan jenis led strip ini memberikan menampilkan warna sesuai/ mendekati aslinya.
- d. Cool White: memiliki warna Putih-Kebiruan untuk besar kelvin berkisar diatas 7000 Kelvin.

2.2.8 Kamera Action Cam Brica pro 5

kamera merupakan perangkat elektronika yang berfungsi untuk menangkap objek. Sistem penangkapan objek tersebut banyak dimanfaatkan untuk menangkap objek atau mendeteksi objek. Begitu banyak jenis kamera yang berada di pasaran, tapi yang membedakan dari kamera tersebut yaitu kualitas seperti *pixel*, kejernihan hasil.



Gambar 2.13 Action Cam Brica pro 5

Action Cam Brica pro 5 merupakan salah satu jenis kamera yang ada di pasaran. Kamera jenis ini memiliki sensor 16 Megapixel Sony Exmor-R image sensor. Pada kamera ini merupakan kamera jenis kamera outdoor tapi kamera ini bisa terintegrasi ke komputer. Oleh karena itu, kamera itu bisa di ubah ke bentuk kamera webcam. Adapun spesifikasi kamera ini sebagai berikut.

Tabel 2.1 Tabel Spesifikasi Action Cam Brica pro 5

Camera Sensor	16 Megapixel Sony Exmor-R image sensors
Video Resolution	Full Hd (1920x1080) @30fps Hd (1280x720) @60fps Hd (1280x720) @30fps
Photo Resolution	16M/12M/8M/5M/2M
File Format	Movie: Mov Photo: JPEG
LCD Display	2" Tft LCD
Lens	Fixed Focus Wide Angle Lens (170°)
Focus Range	Normal: 1.5m~∞
Dimensions	58 * 40 * 24 Mm
Battery	Li-Ion 1000mah
Fitur tambahan	<i>Webcam use USB</i>

2.2.9 LED Strip SMD5050-60 ip33

LED atau *Light Emitting Diode* merupakan suatu komponen Elektronika yang sering digunakan sebagai penerangan atau pencahayaan suatu ruangan. LED dipilih karena tahan lama dan lebih hemat energi. Jenis led strip bermacam-macam salah satunya LED Strip SMD5050-60 ip33. Pada LED strip ini digunakan pada ruangan indoor.

LED strip SMD5050-60 ip33 merupakan salah satu produk dari Hiled. *Color temperature* jenis led ini sebesar 6500 Kelvin termasuk ke dalam kategori *color temperature sunlight*. Led yang digunakan pada LED strip ini yaitu menggunakan led SMD5050-60 yang memiliki ukuran yang cukup kecil. Satu mata LED memiliki power sebesar 0,24 Watt. Adapun tegangan kerja pada Led Strip ini 12volt DC. Pada jenis led ini tahan lama walaupun

digunakan setiap hari. Adapun gambar LED strip SMD5050-60 ip33 seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2.14 LED Strip SMD5050-60 ip33

2.2.10 Adaptor Switching 12 Volt 2A

Adaptor Switching adalah rangkaian elektronika yang Mengubah tegangan AC (arus bolak-balik) yang tinggi menjadi tegangan DC (arus searah) yang lebih rendah. Jenis adaptor ini memiliki sifat yang ringan. Oleh karena itu, konsumen banyak mengganti adaptor lamanya dengan adaptor switching. Adaptor switching dibedakan berdasar output tegangan dan arus yang di keluarkan. Semakin besar tegangan dan arus maka ukuran adaptor.



Gambar 2.15 Adaptor Switching 12 Volt 2A

Pada adaptor switching tidak memiliki Adj untuk mengatur tegangan output. Output dari adaptor ini tidak bisa diubah-ubah hanya 12volt 2A

2.2.11 OpenCV-Python

OpenCV-python merupakan bahasa pemrograman yang telah didukung oleh OpenCV. Kemampuan Python untuk mengolah citra sangatlah terbatas. Oleh karena itu, diperlukan import library dari OpenCV. Maka dari situlah Python dan OpenCV berkaitan. Salah satu penerapan OpenCV dengan Python adalah penggunaan kamera untuk mendeteksi objek. Penggunaan library OpenCV pada python merupakan cover yang mampu penghubung python dengan *operating system*.



Gambar 2.16 Logo Bahasa pemrograman Python

Bahasa pemrograman python diciptakan atau di temukan oleh Guido Van Rossum pada tahun 1990 di Belanda. Namanya Python sendiri diambil dari acara televisi kesukaan Guido yaitu Monty Python's Flying Circus. Kemudian python digunakan sebagai bahasa pemrograman yang dipakai oleh industry ataupun di dunia pendidikan. Kemudahan penggunaan Bahasa pemograman dan akses library yang sangat luas membuat python banyak digunakan oleh orang.

Python juga merupakan suatu bahasa pemrograman yang berorientasi pada objek disingkat OOP (*Object Oriented Programming*). Pada OOP (*Object Oriented Programming*) diciptakan untuk mempermudah pengembangan program dengan cara mengikuti model yang telah ada di kehidupan sehari-hari. Python sangat di dukung oleh banyak library yang di kembangkan secara terbuka oleh berbagai pihak. Salah satu library yang sering digunakan yaitu seperti library berikut:

a. PIP

Pip singkatan dari Pip Installs Python atau PIP Installs Packages merupakan sebuah app store atau biasa disebut sebagai package manager. Pada library ini memberikan untuk mencari, menginstall, me-manage modules atau package pada installasi python. Adapaun fungsi-fungsi dasar

PIP yaitu Install modules, uninstall modules, search modules yang tersedia dan mengecek versi modules dan modules apa saja yang terinstall.



Gambar 2.17 Logo Library Pip Python

b. Numpy

NumPy merupakan salah satu library pada bahasa pemrograman Python yang berfungsi untuk memenuhi kebutuhan penggunaan sebuah larik (array), multi dimensi dan matriks. Numpy juga digunakan untuk berfungsi matematika tingkat tinggi dari library di python. Numpy merupakan hasil pengembangan library yang ditemukan oleh Jim Hugunin dengan kontribusi dari beberapa pengembang lainnya.



Gambar 2.18 Logo Library NumPy

c. Matplotlib

Matplotlib adalah salah satu library plotting pada bahasa pemrograman Python. Matplotlib juga menyediakan fasilitas untuk membuat Application Program Interface (API) berorientasi objek untuk dapat dicocokkan ke dalam aplikasi yang menggunakan perangkat Graphic User Interface (GUI). Adapun untuk beberapa Graphic User Interface (GUI) yang dimiliki python seperti Tkinter, wxPython, Qt, atau GTK +. Matplotlib juga memiliki antarmuka atau *interface* sebagai penghubung

ke user yaitu pylab prosedural berdasarkan mesin (seperti OpenGL), yang dirancang sangat mirip dengan MATLAB.)



Gambar 2.19 Logo Library Matplotlib

2.2.12 Software OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) adalah sebuah pustaka perangkat lunak yang bertujuan untuk pengolahan citra secara *real-time* ataupun tidak *real-time*. OpenCV mendukung banyak algoritma terkait dengan Computer Vision dan Machine Learning. Saat ini OpenCV mendukung beragam bahasa pemrograman seperti C++, Python, Java dan lain-lain. Untuk platform OpenCV sendiri banyak didukung oleh *operating system* seperti Windows, Linux, OS X, Android, iOS, dan lain-lain. Sistem yang sangat didukung oleh beberapa bahasa pemrograman dan *operating system* maka sangat mudah untuk melakukan pemrograman. Oleh karena itu, banyak programmer menggunakan perangkat lunak ini sebagai perangkat lunak pengolahan citra.



Gambar 2.20 Logo Software OpenCV

OpenCV (Open Computer Vision) merupakan sebuah open source library yang dikembangkan oleh sebuah pusat penelitian Intel Rusia di Nizhny Novgorod maka dari itu library ini dimana OpenCV pada tahun 1999. Adapun sekarang OpenCV sudah didukung oleh Willow Garage dan Iteseez. Pada OpenCV sudah dioptimalkan untuk keperluan pengolahan citra dan video.

Pada OpenCV bertujuan untuk menyelesaikan masalah computer vision yang sudah ditentukan sekarang. Adapun untuk fitur yang dapat dari OpenCV

yang dimanfaatkan, berikut ini adalah fitur utama yang dimiliki OpenCV sebagai berikut:

a. Input dan output *image* atau video

Sebagai antar muka untuk input membaca data gambar dari file, atau input video langsung. OpenCV dapat menciptakan file gambar maupun video yang sudah di proses sebagai output.

b. Computer Vision Low dan pengolahan citra digital

Sebagai antar muka agar dapat melakukan eksperimen berbagai standar algoritma computer vision. Salah satu yang termasuk deteksi garis, tepi, pucuk, proyeksi elips, image pyramid untuk pemrosesan gambar multi skala, pencocokan template, dan berbagai transform (Fourier, cosine diskrit, distance transform) dan lain lain.

c. Modul computer high level

Pada OpenCV juga termasuk kemampuan “high level”, Salah satu contoh dari high level yaitu kemampuan tambahan untuk deteksi wajah, pengenalan wajah, termasuk optical flow

d. Metode AI dan machine learning

Pada aplikasi computer vision sering kali memerlukan machine learning atau metode AI. Adapun beberapa metode tersebut sudah tersedia pada OpenCV machine learning.

e. Sampling gambar dan transformasi gambar

Pada OpenCV terdapat juga antar muka untuk substraksi subregion dari gambar, random sampling, rotating, dan lain lain.

f. Metode untuk menciptakan hasil dan menganalisa gambar biner dari citra

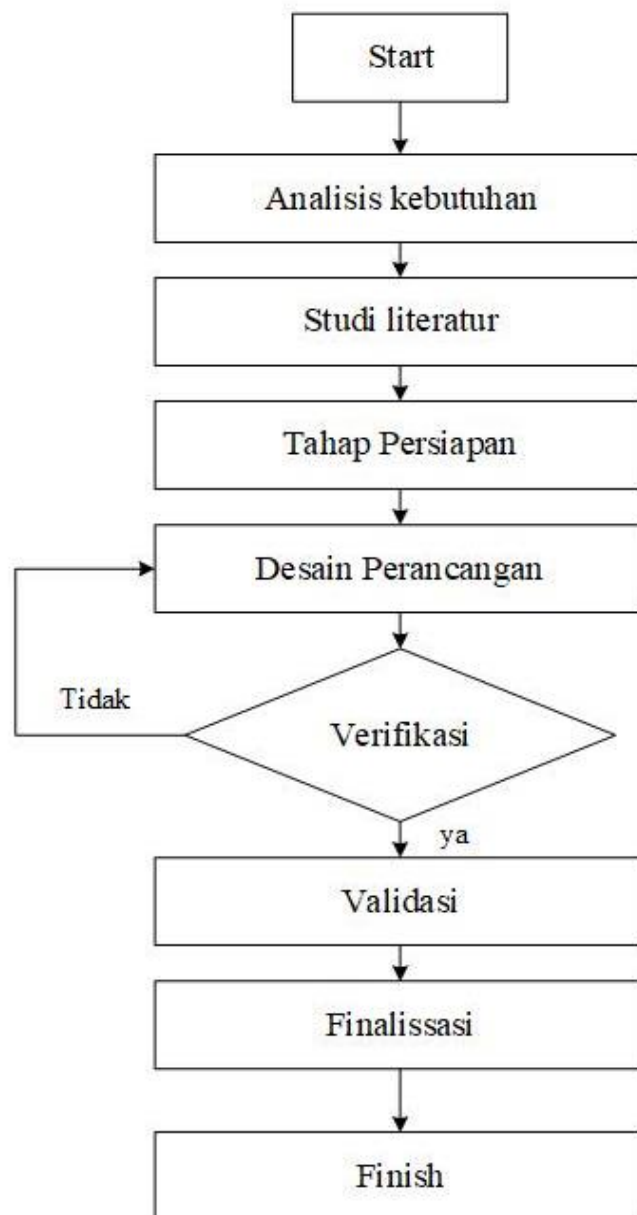
g. Metode memperhitungkan pemodelan 3D

Pada perhitungan pemodelan 3D sangat bermanfaat untuk mapping dan localization, baik untuk stereo kamera ataupun satu kamera dengan berbagai sudut pandang.

BAB III METODOLOGI RANCANG BANGUN ALAT

3.1 Prosedur Perancangan

Pada Prosedur perancangan alat ini bertujuan agar cara pencapaian target perancangan. Adapun prosedur perancangan terbagi menjadi dua metodologi, yang pertama pembuatan pembuatan hardware dum/ studio mini untuk pengambilan citra dan yang kedua pembuatan sistem *image processing* untuk mengukur ukuran objek. Berikut diagram alir pada prosedur metode perancangan ini:



Gambar 3.1 Diagram Perancangan

3.2 Analisis Kebutuhan

Pada batasan masalah disebutkan bahwa untuk membuat alat ukur buah dengan mengukur Panjang dan lebar buah . Pengukuran menggunakan 2 kamera menggunakan metode *Simpson*. Pengukuran dilakukan dengan cara *Cross sectional*. Maka dengan batasan masalah tersebut, kebutuhan pokok yang harus dilayani oleh perancangan ini adalah:

1. Mampu mengukur buah secara *Cross-sectional* .
2. Mampu menghitung pixel dengan menggunakan metode *Simpson*.
3. Mampu mengambil jumlah pixel terbesar pada setiap sumbu kamera.
4. Toleransi kesalahan 5%

3.3 Studi Literatur

Pada tahap Studi literatur proses yang dilakukan adalah mencari informasi mengenai pembuatan alat yang akan dibuat. Hal-hal yang berkaitan dengan pembuatan alat yaitu bahan, komponen, dan metode-metode. Informasi yang didapatkan dari jurnal, karya tulis ilmiah, buku, *website* pemerintah dan media online. Ketika pencarian informasi akan membandingkan semua kebutuhan komponen yang dibutuhkan dengan komponen yang terdapat di pasar. Hasil perbandingan komponen tersebut akan memperbaiki desain seperti komponen yang terdapat pada pasar. Perbaikan dan penyesuaian akan dilakukan apabila barang atau komponen perancangan tidak ada di pasar.

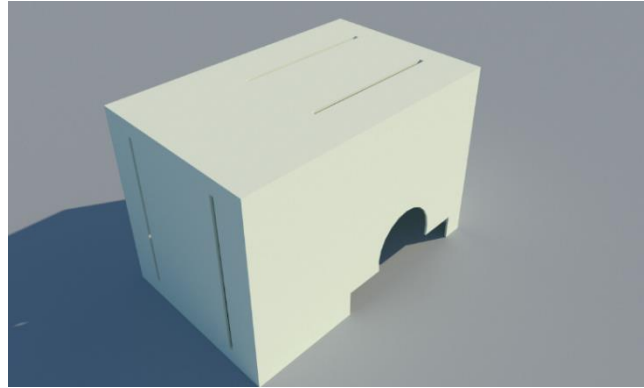
3.4 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan terdapat dua bagian persiapan yang harus terpenuhi dahulu sebelum melakukan pembuatan alat. Adapun beberapa kebutuhan persiapan yang harus dipersiapkan agar perancangan berhasil sesuai yang diharapkan. Untuk kebutuhan-kebutuhan dari tahap-tahap persiapan antara lain sebagai berikut:

3.4.1 Tahap persiapan perancangan *hardware* pengambilan citra

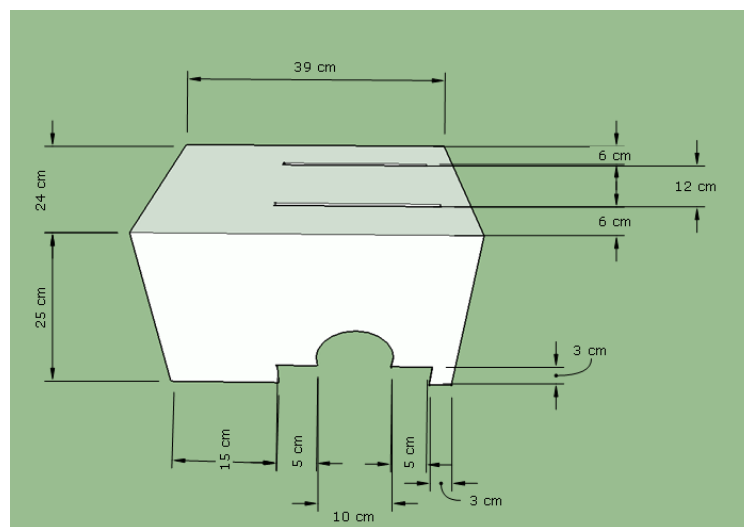
Tahap persiapan pada bagian ini yaitu melakukan pembuatan desain *dum*/mini studio untuk pengambilan citra. Selanjutnya pada desain tersebut akan

mengetahui dimensi atau ukuran dum dan peralatan untuk pembuatan dum/mini studio ataupun peralatan untuk menunjang pada bagian ini. Pada pembuatan desain ini diharapkan bisa mempermudah untuk pembikinan hardware ini. Adapun desain dum tampak samping seperti gambar pada bagian ini:



Gambar 3.2 Desain Dum Tampak Samping

Dari gambar diatas dum berbentuk persegi balok yang memiliki lubang pada dua sisinya. Adapun desain dum tampak depan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 3.3 Ukuran-ukuran dum

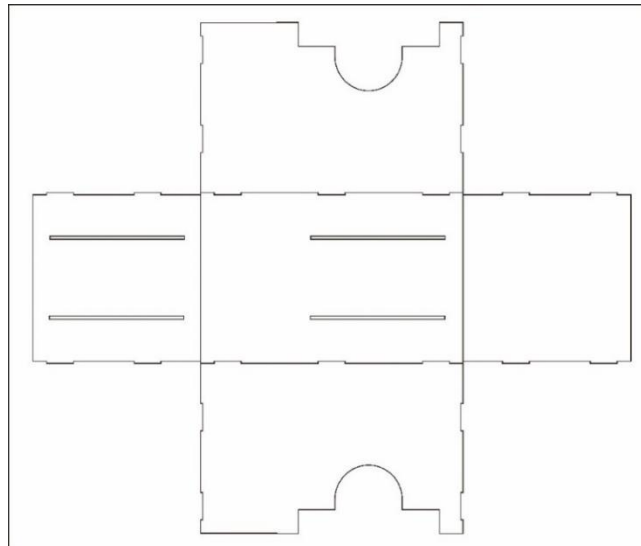
Dari desain tersebut dapat mengetahui kebutuhan-kebutuhan komponen-komponen untuk menunjang pembuatan dum tersebut dan ukuran-ukuran dum. Untuk bagian *hardware* pembuatan dum dengan desain dan ukuran dum seperti gambar di atas maka dibutuhkan komponen dengan ukuran seperti:

a. Akrilik

Untuk membuat dum seperti desain dan ukuran seperti di desain maka dibutuhkan akrilik sebanyak 1 meter x 1 meter. Jenis akrilik yang akan digunakan yaitu akrilik susu karena jenis akrilik ini memiliki warna yang

sangat cocok untuk background pengambilan citra. Pada jenis akrilik ini memiliki sifat yang mengemblok cahaya masuk ke dalam.

Selanjutnya akrilik tersebut dipotong menggunakan sebuah mesin cnc laser. Pemotongan menggunakan mesin diharapkan mendapatkan pemotongan yang lebih akurat dan presisi. Sebelum dilakukan pemotongan maka dilakukan desain terlebih dahulu. Untuk pembuatan desain dilakukan menggunakan software CorelDraw X7 yang nanti di export ke bentuk desain 2D. Pembuatan desain pada software CorelDraw X7 akan mengikuti desain 3D yang telah dibuat terlebih dahulu. Semua ukuran pemotongan dan desain diharapkan akan akurat 0,1 mm. Adapun desain yang dibuat seperti dibawah ini:



Gambar 3.4 Dum Dalam bentuk 2D ketika pemotongan

Pada desain 2D yang dibuat akan membentuk *puzzle* agar memberikan kemudahan untuk pemasangan. Setelah semua bagian telah di potong menggunakan mesin cnc laser maka selanjutnya ke tahap perakitan.

b. Lem dan Lakban Kertas

Untuk perakitan membutuhkan 2 cara untuk menyatukan *puzzle* dum tersebut. Lakban yang digunakan yaitu lakban kertas dengan 24 mm x 20 meter. Lakban kertas ini digunakan ketika sebelum dum disatukan secara permanen maka terlebih dahulu disatukan menggunakan laban kertas agar ketika terjadi kesalahan perakitan tidak berakibat fatal pada akrilik. Adapun

lem yang digunakan untuk penyatuan secara permanen menggunakan lem G, Karena memiliki kekuatan pada akrilik cukup kuat. Untuk lem yang dibutuhkan sebanyak 1 buah, sedangkan untuk lakban kertas di butuhkan sebanyak 1 buah.

c. Led Strip

Komponen ini digunakan untuk penerangan pada dum/studio mini agar mendapatkan pencahayaan yang cukup dan mendapatkan hasil yang citra yang bagus. Jenis led strip yang digunakan yaitu model SMD5050-60 ip33. *Color temperature* pada jenis led ini yaitu 6500 kelvin atau warna putih. Sedangkan tegangan kerja pada led strip ini sebesar 12 Volt DC dengan watt pada setiap lednya sebesar 0,24 W. *Color temperature* pada citra sangat berpengaruh. Oleh karena itu, pemilihan jenis led strip yang digunakan pada *Color temperature* (6500K).

d. Adaptor

Komponen ini digunakan untuk sumber tegangan DC 12volt sebagai sumber listrik dari led strip. Adaptor yang dibutuhkan untuk menyuplai led strip hanya 1 buah dengan spesifikasi 12volt 2 Ampere. Jenis adaptor yang digunakan yaitu adaptor switching.

e. Laptop

Perangkat ini menggunakan laptop untuk mengolah citra. Jenis laptop yang digunakan yaitu laptop asus tipe X550Z dengan CPU AMD A10 dengan ram 8 GB dan hardist SSD 250 GB yang telah di upgrade. Jumlah yang dibutuhkan perangkat ini yaitu 1 buah. Pada laptop data yang diterima dari webcam akan di olah menggunakan laptop melalui software OpenCV python. Penentuan jenis laptop sangat mempengaruhi terhadap kecepatan pengolahan data. Oleh karena itu, dipilihlah laptop tipe X550Z yang telah di upgrade.

f. Webcam

Webcam digunakan untuk mendeteksi objek yang diukur. Jenis webcam yang digunakan yaitu Action Cam Brica pro 5. Jenis kamera ini bisa otomatis di ubah jadi webcam. Jumlah yang dibutuhkan perangkat ini sebanyak 2 buah. Kamera ini bisa dijadikan *webcam* dengan menggunakan

kabel USB yang terhubung dengan laptop. Dipilih kamera jenis ini di karena kamera ini memiliki ketahanan yang kuat, ukuran yang tidak terlalu besar, bisa diubah menjadi *webcam* dan yang terpenting memiliki resolusi Full Hd (1920x1080) @30fps.

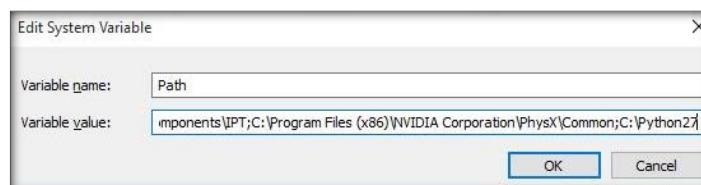
g. Komponen-komponen pendukung

Pada tahap perancangan dan pembuatan dum/ studio mini maka dibutuhkan komponen pendukung. Beberapa komponen pendukung untuk pembuatan dum yaitu Kabel, timah, dabelfom, Solder, selongsong bakar, korek, karter, gunting, pengupas kabel dan lain-lain.

3.4.2 Tahap Pesiapan Perancangan Perangkat Lunak

Tahap persiapan pada bagian ini yaitu melakukan menginstallkan software-software yang digunakan untuk pengukuran deteksi ukuran. Pada tahap ini juga akan melakukan penginstalan library pada python untuk menunjang program. Pada tahap ini hanya menginstal software OpenCV python 2.7. Pada software yang digunakan untuk bahasa pemrograman pengolahan citra. Untuk OpenCV merupakan wadah bahasa pemrograman sedangkan python pada OpenCV digunakan sebagai bahasa pemrograman.

Adapun untuk install OpenCV python 2.7 yaitu terlebih dahulu menginstal python 2.7 yang di download di <https://www.python.org>. setelah itu install seperti biasa selanjutnya masuk ke Advanced system settings tambahkan folder; C:\Python27 pada Variable value seperti gambar dibawah ini:



Gambar 3.5 Cara Setting Python 2.7 di Windows

Setelah python 2.7 sudah di install maka selanjutnya menginstal library pendukung Bahasa pemrograman python seperti

a. Pip

Pip singkatan dari Pip Installs Python atau PIP Installs Package. Pip ini digunakan untuk mempermudah menginstal software ataupun

pemasangan library pada python. Oleh karena itu, setelah menginstal python maka selanjutnya menginstal pip agar mempermudah pemasangan library dan lain

b. OpenCV

OpenCV merupakan wadah Bahasa pemrograman python yang terdapat pada windows. Pada OpenCV digunakan untuk mempermudah pemanggilan *webcam* pada Bahasa pemrograman di python.

c. NumPy

NumPy merupakan sebuah package/library yang bertujuan untuk komputasi ilmiah (*scientific computing*) menggunakan pemrograman python. Salah satu penggunaan NumPy pada python yaitu untuk Membangun data array multidimensi (N-dimensional) yang powerful dan menangani masalah komputasi aljabar linier, transformasi fourier dan bilangan acak.

d. Matplotlib

Matplotlib dibuat oleh John D. Hunter yang digunakan untuk script python, *interpreter* python dan python, server, dan 6 GUI toolkit. Adapun yang bisa dibuat dari library matplotlib yaitu *plots, histograms, spectra, bar charts, error chards, scatterplots*, dan masih banyak lagi. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan library ini.

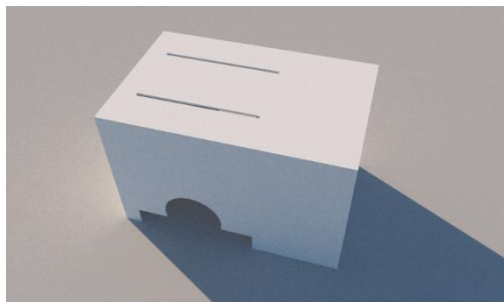
e. imutils

imutils merupakan sebuah package/library python yang salah satunya digunakan untuk memperkecil ukuran gambar ataupun memutar citra.

3.5 Perancangan Hardware dum/studio mini

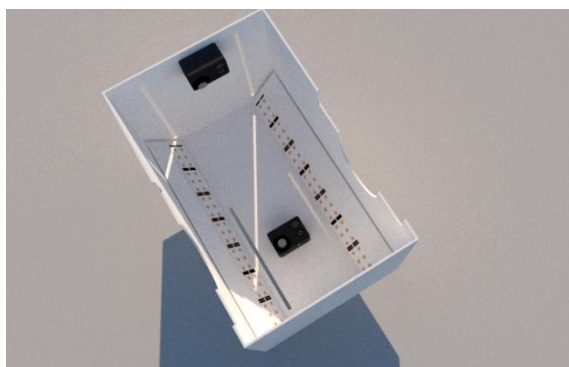
Pada bagian ini merupakan perancangan hardware dum atau studio mini untuk mendapatkan citra yang bagus dan pencahayaan yang cukup. Apabila semua tahap persiapan sudah siap maka selanjutnya perakitan dari bahan dan komponen yang sudah di siapkan. Apabila semua tahap persiapan siap maka perakitan sudah siap untuk dilakukan sesuai dengan konsep yang telah dibuat. Hasil perancangan hardware dum tersebut berupa dum yang berbentuk balok dengan ukuran 39 cm x 24 cm x 25 cm.

Setelah akrilik sudah di potong maka selanjutnya perakitan sesuai desain perancangan. Sebelum dum di lem G atau lakban maka sebelumnya dilakukan pemasangan tanpa perekat terlebih dahulu untuk membuktikan bahwa *puzzle* dari hasil pemotongan sudah benar. Pada tahap ini juga akan di cek tingkat ke akurasian pemotongan karena sistem di bentuk *puzzle* maka semua bagian aras bisa saling berkaitan. Ketika hasil pemotongan di anggap baik maka selanjutnya perakitan dengan menambahkan lakban untuk menyatukan tiap-tiap *puzzle*. Setelah posisi *puzzle* sudah pas maka proses terakhir yaitu pengeleman pada bagian bagian tertentu saja. Hasil dari tahap ini seperti desain di bawah ini:



Gambar 3.6 Hasil Tahap Perakitan Dum yang Diharapkan

Setelah dilakukan perakitan dum maka selanjutnya pemasangan led strip pada dum dan 2 kamera. Pemasangan led strip pada sisi kanan dan kiri pada dum sedangkan untuk kamera akan dipasang secara Cross sectional. Adapun hasil yang diharapkan dari pemasangan led dan kamera seperti gambar dibawah ini.



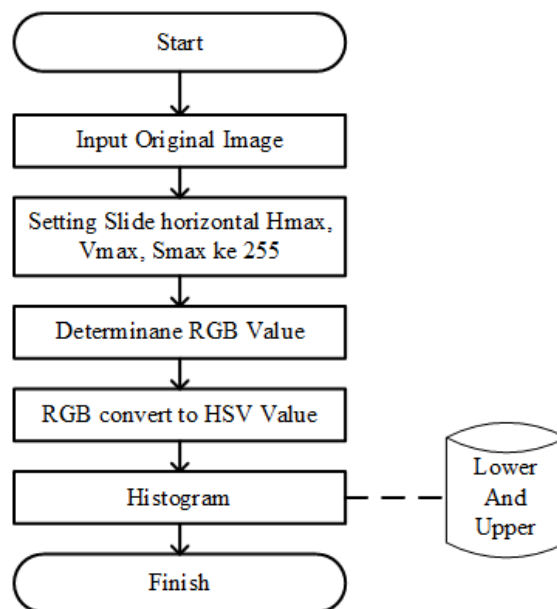
Gambar 3.7 Hasil Tahap Perakitan Led Strip dan Kamera Pada Dum

3.6 Perancangan Perangkat Lunak

Pada bagian ini merupakan perancangan perangkat lunak untuk membikin program untuk mengukur objek. Apabila semua software sudah terinstal untuk

pemrograman maka selanjutnya pembuat program sesuai konsep yang telah dibuat. Hasil perancangan perangkat lunak tersebut berupa program yang berfungsi untuk mengukur diameter buah dengan menghitung pixel dari thresholding dan kalibrasi nilai HSV.

Untuk deteksi diameter tersebut terdapat 2 buah kamera yang berfungsi untuk mengambil data *image* dari atas dan samping. Data *image* dari kamera semuanya akan dikirim ke laptop menggunakan kabel USB (*Universal Serial Bus*). Pada laptop data tersebut akan diolah agar mampu membedakan ukuran objek yang kecil dan besar. Adapun agar mempermudah pemrograman maka dibuatlah sebuah diagram blok seperti dibawah ini:



Gambar 3.8 Diagram Blok Perancangan Mendapatkan Nilai HSV

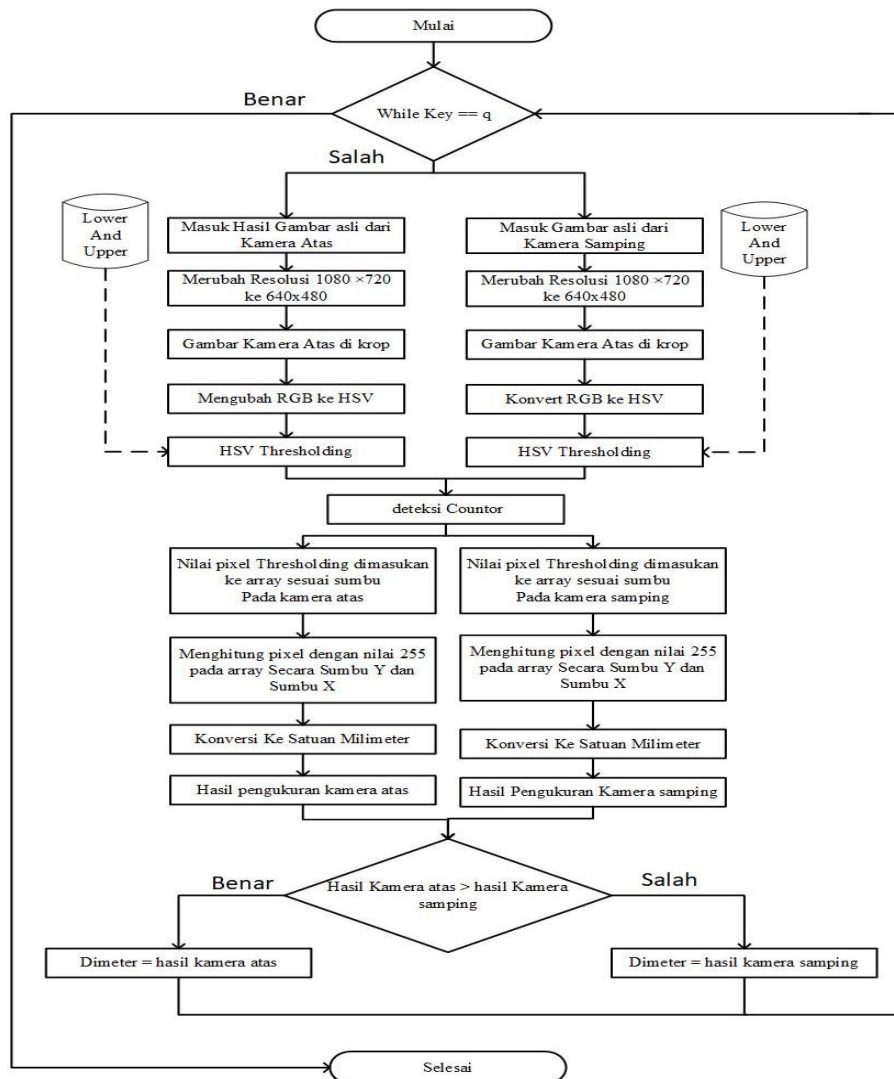
Adapun tahap-tahap agar bisa mempermudah pemrograman maka dibuatlah sebuah tahap agar mempermudah pembacaan flow chat seperti dibawah ini:

1. Pada setiap kamera akan Mendapatkan nilai HVS sendiri-sendiri.
2. Pada kamera akan mengambil gambar original dengan setting slide dorizontal Hmax, Vmax, Smax Ke 255 terlebih dahulu.
3. Setelah gambar mencadi nilai RGB dari gambar sebagaisebagai *simple* warna.
4. Ketika nilai RGB tersebut sudah di dapat maka nilai tersebut akan di konvert ke nilai HSV.

- Hasil dari konvert merupakan nilai histogram dari sebuah objek. Nilai tersebut terdapat 6 nilai yaitu H_{mak} , S_{mak} , dan V_{mak} adalah Upper dan H_{min} , S_{min} , dan V_{min} adalah Lower.
- Setiap kamera akan mendapatkan 6 nilai yang berbeda. Pada nilai HSV kamera akan di tampung dan akan digunakan ke program selanjutnya. Adapun program yang menampung nilai tersebut seperti dibawah ini:

```
# define range of color in HSV
lower_orange = np.array([22,123,122])
upper_orange = np.array([33,180,235])
```

Setelah mendapatkan nilai histogram sebuah objek maka program pengukuran bisa dilakukan. Adapun untuk Diagram blok unntuk pembuaatan program seperti dibawah ini:



Gambar 3.9 Diagram Blok Perancangan Mendapatkan Pengukuran

Apapun tahap pengukuran ukuran objek seperti di bawah ini:

1. Pada saat program pengukuran ukuran objek sudah jalan maka setiap kamera akan mengambil gambar secara *real time*.
2. Hasil gambar *real time* tersebut selanjutnya akan di crop pada titik untuk dilakukan perhitungan pixel. maka pada gambar akan diturunkan resolusinya ke 640 x 480 agar komputasi bisa lebih cepat. Adapun program yang diturunkan dan crop tersebut seperti dibawah ini:

```
#kamera cropping dan set resolusi
frame = imutils.resize(frame, width=640)
frame = frame[0:280, 240:480]
```

3. Setelah gambar real time tersebut di crop maka gambar akan di ubah dari RGB ke HSV.
4. Ketika hasil pengambilan gambar sudah berbentuk HSV Maka selanjutnya gambar tersebut di batasi dengan nilai upper dan lower pada program sebelumnya. Gambar *real time* tersebut selanjutnya akan di *Threshold binary inv*. Adapun program untuk thresholdning seperti dibawah ini:

```
#thresholding
mask = cv2.inRange(hsv, lower_orange, upper_orange)
mask = cv2.erode(mask, None, iterations=2)
mask = cv2.dilate(mask, None, iterations=2)
```

Nilai HSV yang didapat di antara lower dan upper maka akan berwarna putih. Sedangkan nilai HSV yang didapat diluar nilai lower dan upper akan berbentuk hitam.

5. Selanjutnya ketika gambar *real time* tersebut sudah menjadi hitam putih maka pixel objek akan dihitung. Tapi sebelum program melakukan penghitungan pixel yang berwarna putih maka contour terlebih di deteksi dan contour harus berada di titik x dan y yang telah di tentukan. Adapun untuk deteksi contour seperti dibawah ini:

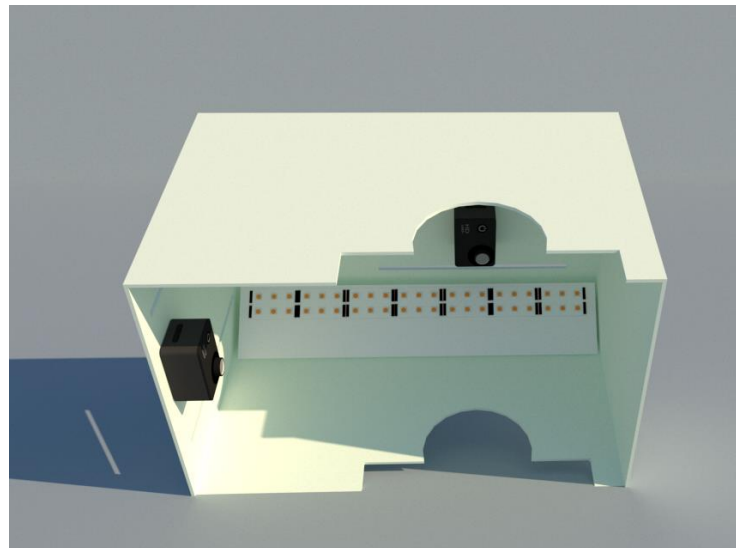
```
# penentuan titik center objek camera
cnts = cv2.findContours(mask.copy(), cv2.RETR_EXTERNAL, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)[-2]
```

6. Setelah contour di deteksi, maka nilai pixel akan dimasukan ke dalam ray berdasar sumbu pixel. Pada ray dari Sumbu pixel tersebut terdapat 2 nilai yaitu 0 dan 255.

7. Apabila semua sudah terpenuhi maka setiap kamera akan menghitung pixel perbaris secara horizontal dan vertical. Dari 2 kamera tersebut akan mendapatkan 4 nilai pixel yang paling banyak di setiap barisnya horizontal dan vertical. Adapun hasil y yaitu 2 pixel terbanyak horizontal dan 2 pixel terbanyak vertical. Adapun program perhitungan pixel seperti di bawah ini:

```
# perhitungan pixel horizontal
for column in mask:
    white_total = np.sum(column >= 230)
    if white_total != 0:
        longest_x.append(white_total)
#perhitungan pixel Vertical
for column in mask.T:
    white_total = np.sum(column >= 230)
    if white_total != 0:
        longest_y.append(white_total)
```

Setelah dianggap perhitungan pixel selesai maka selanjutnya kalibrasi jarak untuk mendapatkan nilai ukuran dengan satuan mili meter. Pada tahap perancangan hardware dum/ studio mini sudah berjalan atau sudah sesuai yang diharapkan maka tahap kalibrasi jarak sudah siap dilakukan. Apapun hasil pada setiap tahap perancangan seperti dibawah ini:



Gambar 3.10 Kamera Dan Led Strip Sudah Terpasang

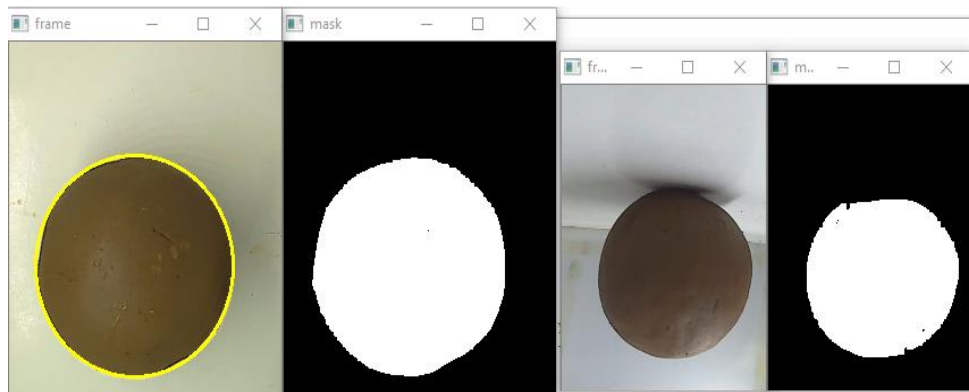
Setelah semua bagian dianggap berhasil sesuai dengan yang diharapkan maka tahap selanjutnya kalibrasi pengukuran tersebut agar bisa bekerja sesuai dengan harapan. Pada tahap ini akan dilakukan melihat pengaruh cahaya terhadap pengambilan citra. Pada tahap ini juga dilakukan pengkalibrasian ukuran objek

berdasarkan jarak kamera ke objek agar mendapat nilai pengukuran dalam bentuk mili meter (mm). Adapun untuk cara pengkalibrasian seperti di bawah ini.

- Sebelum melakukan kalibrasi pengukuran maka terlebih dahulu melakukan kalibrasi menentukan nilai HSV seperti pada tahap perancangan perangkat lunak.
- Objek akan diukur menggunakan jangka sorong pada sisi sumbu horizontal dan vertical. Untuk nilai angka yang diambil dalam bentuk mili meter tanpa koma di belakang. Lakukan pengukuran sebanyak 5 x agar mendapatkan nilai pixel yang cukup konstan. Pada 5 nilai pixel tersebut selanjutnya akan di rata-rata agar mendapatkan nilai tengah. Adapun untuk rumus konversi pixel ke mm seperti dibawah ini:

$$\text{Pixel to mm} = \frac{\text{nilai yang diukur jangka sorong}}{\text{rata nilai pixel yang di dapat 5x pengambilan}}$$

Sedangkan untuk pengkalibrasian pengukuran seperti di bawah ini.



Gambar 3.11 Perhitungan Pixel Setelah Citra Di Thresholding

- Setelah mendapatkan nilai pixel per mili meter maka nilai tersebut di masukan ke dalam program. Adapun untuk program untuk mendapatkan nilai dalam satuan mili meter:

```
# print(white_total)
if longest_x and longest_y:
    x = max(longest_x)
    xmm = int(0.52459*x)
    y = max(longest_y)
    ymm = int(0.52459*y)
```

- Pada program di atas ya itu konversi pixel ke mili meter. Setelah mendapatkan ke 4 nilai perhitungan pixel horizontal dan vertical.

- e. Pada setiap kamera memiliki perhitungan yang berbeda atau konstanta pixel per mili meter yang berbeda-beda. Oleh karena itu, tahap ini yaitu kalibrasi harus dilakukan pada setiap kamera. Nilai konstanta pixel per mili meter yang berbeda beda karena pada kamera memiliki jarak yang berbeda-beda, jadi untuk mempermudah dan menyesuaikan hardware maka konstanta yang berbeda-beda.
- f. Setelah selesai pengukuran objek maka program akan kembali ke tahap awal atau akan berputar secara terus menerus. Program akan berhenti apabila menekan huruf “q” pada *keyboard*.

3.7 Verifikasi

Pada bagian ini merupakan verifikasi dari hasil pengambilan data. Setelah semua bagian telah di kalibrasi telah dilakukan maka pengukuran objek bisa dilakukan. Semua data dari pengukuran akan diambil dan ditinjau kembali apabila pada hasil pengukuran masih kurang baik. Adapun format pengambilan data seperti di bawah ini:

Tabel 3.1 Format Pengambilan

No	Nama Objek	Real (mm)		Kamera atas				Kamera samping			
				X	Xmm	Y	Ymm	X1	X1mm	Y1	Y1mm
1											

Data tabel di atas terdapat ukuran real dalam satuan mili meter sesuai pengukuran yang dilakukan menggunakan jangka sorong. X dan Y merupakan nilai pixel yang di peroleh dari pengukuran sedangkan Xm dan Ym merupakan perhitungan pixel dengan konstanta agar mendapatkan nilai dalam satuan mili meter. Pada hasil uji coba diharapkan bisa mengetahui grafik hasil akurasi pengukuran.

3.8 Validasi

Pada tahap ini melakukan validasi dari data yang di ambil dari verifikasi pengukuran. Untuk pengujian validasi diukur menggunakan jangka sorong.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

4.1 Hasil Perancangan Pembuatan Alat

Perancangan Alat ini terbagi menjadi 2 perancangan yaitu perancangan hardware dum atau studio mini dan perancangan sistem *image processing*. Oleh karena itu, hasil dari perancangan alat tersebut akan terbagi 2 sesuai dengan tahap-tahap perancangan. Setiap hasil dari perancangan akan dianalisis agar mengetahui hasil dari perancangan yang di buat. Hasil dari perancangan kualifikasi ukuran buah-buahan seperti dibawah ini:

4.1.1 Hasil Akhir Hardware Dum atau studio mini

Perancangan akhir hardware dum atau studio mini yaitu pembuatan tempat untuk pengambilan citra. Tujuan untuk pembuatan dum yaitu memberikan tempat agar mendapatkan pencahayaan yang cukup bagus. Pembuatan dum menggunakan bahan akrilik yang direkatkan dengan menggunakan lem G. Pada dum telah dilakukan beberapa pengujian untuk mendapatkan dum yang kuat dan bisa sesuai dengan yang diharapkan. Salah satu pengujian yang dilakukan pada dum yaitu cek kerekatan dan pengaruh cahaya dari luar yang masuk dum. Setelah melakukan uji coba tersebut selanjutnya pada dum akan dilakukan pengujian pencahayaan yang terdapat pada dum. Pencahayaan dum akan di cek terhadap pengaruh pencahayaan pengambilan citra. Apabila pencahayaan tersebut bisa mendapatkan citra yang bagus maka untuk cahaya pengambilan citra dianggap cukup.

Untuk pencahayaan menggunakan LED strip model SMD5050-60 ip33 dengan setiap LED membutuhkan daya 0,24watt dengan tegangan 12 volt. Untuk color temperature yang dimiliki oleh LED strip ini 6500 kelvin. Pada setiap sisi dum terdapat 2 baris LED strip dengan jumlah setiap barisnya terdapat 15 buah led. Daya yang dibutuhkan setiap strip LED sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Daya led per baris} &= \text{jumlah unit} * \text{daya setiap unit} \\ &= 15 \text{ led} * 0,24 \text{ watt} \\ &= 3,6 \text{ watt} \end{aligned}$$

Jadi Total daya setiap strip sebesar 3,6 watt

Adapun daya total yang dibutuhkan untuk 4 led strip dengan setiap led strip membutuhkan daya sebesar 2,16 watt. Agar mendapat sumber daya yang cukup agar tidak drop tegangan maka daya total yang dibutuhkan agar mendapatkan pencahayaan yang baik maka membutuhkan daya sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Daya led yang digunakan} &= \text{jumlah unit} * \text{daya setiap strip} \\ &= 4 \text{ led} * 3,6 \text{ watt} \\ &= 14,4 \text{ watt} \end{aligned}$$

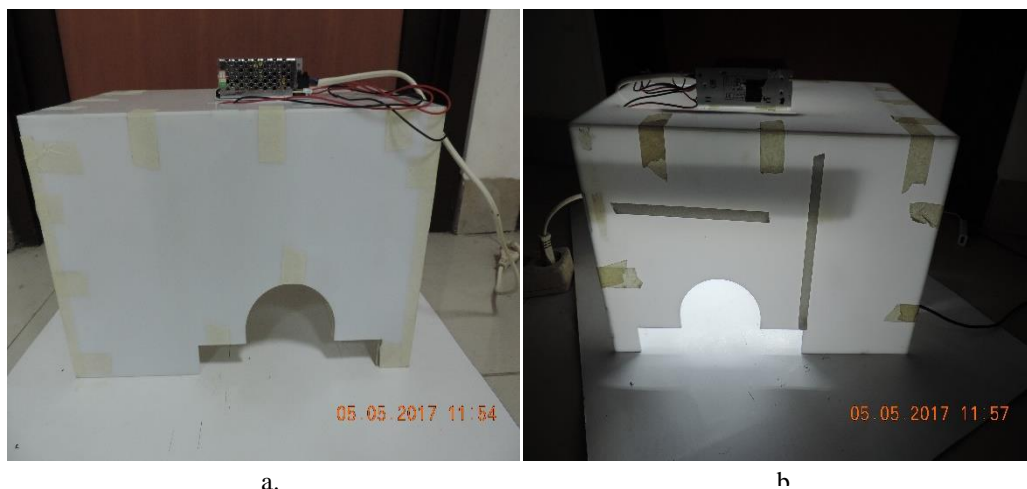
jadi Daya total untuk pencahayaan dum sebesar 14,4 watt

Dari hasil perhitungan tersebut akan menentukan bahwa sana adaptor yang digunakan bisa memenuhi kebutuhan daya yang dibutuhkan. Untuk arus yang dibutuhkan dari daya yang dibutuhkan sebesar:

$$\begin{aligned} \text{Arus yang dibutuhkan} &= \frac{\text{daya Total}}{\text{Tegangan kerja}} \\ &= \frac{14,4 \text{ watt}}{12 \text{ Volt}} \\ &= 1,2 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

jadi Arus total untuk pencahayaan dum sebesar 1,2 Ampere

Oleh karena itu, adaptor yang digunakan untuk memenuhi arus dari led strip hanya dengan model DC-1220 12volt Dc 2 Ampere. Setelah Semua bagian pencahayaan selesai maka selanjutnya melakukan uji coba dengan hasil dari perangkat lunak. Berikut ini hasil perancangan dari hardware dum atau studio mini seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4.1 Dum Tampak Depan. a. Dum ketika cahaya dimatikan dan b. Dum ketika cahaya dimatikan

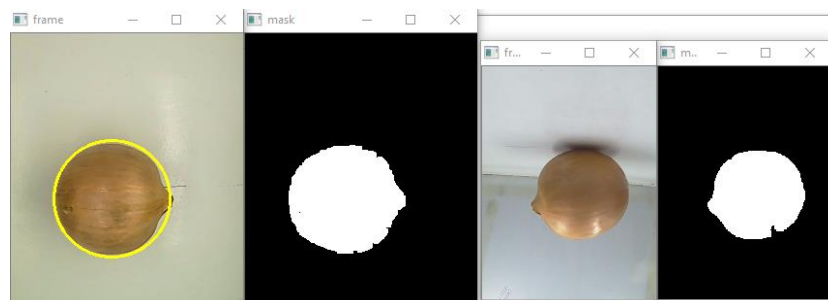
Pada gambar diatas merupakan gambar dum dari bagian luar. Pada dum sisi kiri merupakan dum ketika pencahayaan tidak dinyalakan. Sedangkan untuk gambar kanan merupakan gambar dum ketika pencahayaannya dinyalakan. Adapun untuk dum pada bagian dalam seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4.2 Pencahayaan Dum dan Penempatan Kamera a. Dum ketika cahaya dimatikan dan b. Dum ketika cahaya dimatikan

4.1.2 Hasil Akhir Perancangan perangkat lunak.

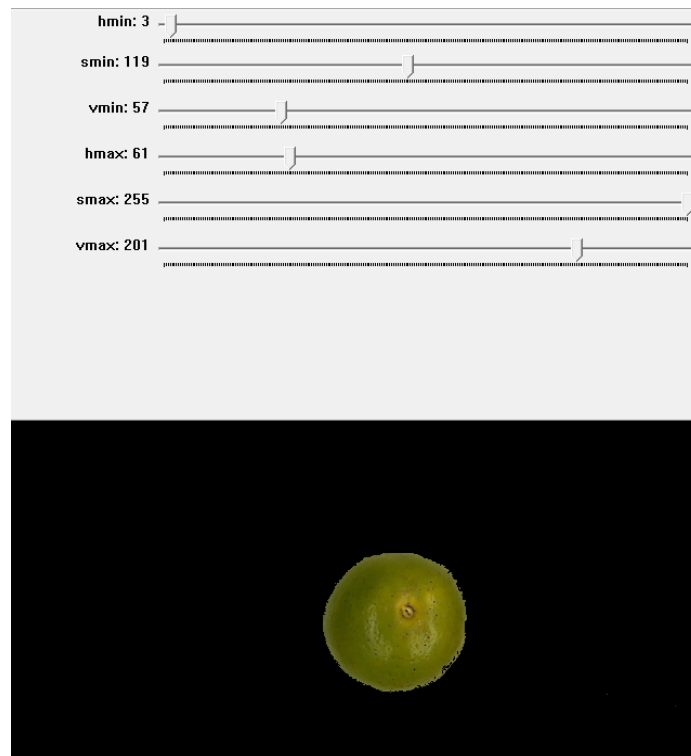
Perancangan akhir perancangan perangkat lunak yaitu pembuatan program untuk pengukuran objek dengan metode simpson. Pengukuran ini dengan cara menghitung pixel dari citra yang sudah di *thresholding*. Ketika penghitungan pixel tersebut menghitung pixel dengan yang berwarna putih dengan nilai pixelnya 230. Pada perhitungan pixel akan di hitung dari setiap baris secara horizontal dan vertical. Baris yang memiliki jumlah pixel terbanyak akan diambil sedangkan baris pixel yang lain akan di buang. Perhitungan baris tersebut dilakukan pada sumbu horizontal dan vertical. Adapun hasil perhitungan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4.3 Perhitungan pixel setelah dilakukan *thresholding*

Setelah mendapatkan pixel terbesar dari setiap sumbu horizontal dan vertical maka selanjutnya akan di konversi ke bentuk satuan mili meter. Pada setiap konversi dari sebuah kamera berbeda-beda karena pada kamera atas dan samping memiliki jarak yang beda-beda. Oleh karena itu, konstanta dari setiap kamera akan berbeda.

Sebelum melakukan pengukuran maka melakukan kalibrasi terlebih dahulu yaitu kalibrasi HSV untuk mengetahui nilai dari HSV. Pada perancangan ini terdapat 2 buah program untuk bisa dilakukan pengukuran. Satu program untuk mendapatkan nilai HSV yang dilakukan secara manual. Nilai HSV dari program untuk mendapatkan HSV selanjutnya di masukan kedalam program pengukuran diameter. Untuk kalibrasi ini akan menentukan bagus dan jeleknya *thresholding*. Pada mengkalibrasi ini akan mendapatkan nilai H (hue), S (saturation), dan V (value). Nilai tersebut merupakan memberikan nilai rentang *thresholding*. Apabila nilai di dalam rentang HSV akan di ubah ke bentuk citra putih sedangkan apabila nilai diluar nilai HSV maka akan diubah ke citra ke bentuk hitam. adapun cara untuk mendapatkan nilai HSV atau pengkalibrasian akan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 4.4 Pencarian nilai HSV atau kalibrasi nilai HSV

Pada penelitian ini untuk pengukuran menggunakan sebuah tanah liat yang telah di bentuk bulat. Untuk nilai HSV dari hasil kalibrasi seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Data Kalibrasi Tanah

Data Histogram kamera samping						Data Histogram kamera Atas					
H min	S min	V min	H mak	S mak	V mak	H min	S min	V min	H mak	S mak	V mak
0	34	45	23	255	255	0	80	56	255	255	255

Setelah mendapatkan nilai HSV maka selanjutnya akan mengkalibrasi nilai perhitungan agar mendapatkan nilai konstanta dari objek. Pada percobaan ini dilakukan kalibrasi pada ukuran objek 52 mm x 52 mm. nilai konstanta dari yang di dapat akan mempengaruhi nilai konversi. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan nilai konstanta akan dilakukan pengambilan nilai terlebih dahulu agar mendapat perhitungan yang tepat. Pengambilan nilai pixel dari setiap kamera akan dilakukan sebanyak 4 kali dan selanjutnya nilai tersebut di rata-rata agar mendapatkan titik pengukuran yang tepat. Adapun data pixel untuk kalibrasi seperti di bawah ini:

Tabel 4.2 Hasil pengukuran untuk kalibrasi di 52 x 52

Data Kalibrasi				
Pengambilan Ke-	Kamera Atas		Kamera Samping	
	X	Y	X	Y
1	98	100	87	85
2	99	100	89	86
3	99	99	87	86
4	99	99	88	85
Rata-rata	99,125		86,63	

Jarak setiap kamera yang berbeda maka pada setiap konstanta kamera juga berbeda. Oleh karena itu, untuk konstanta pada kamera atas sebesar:

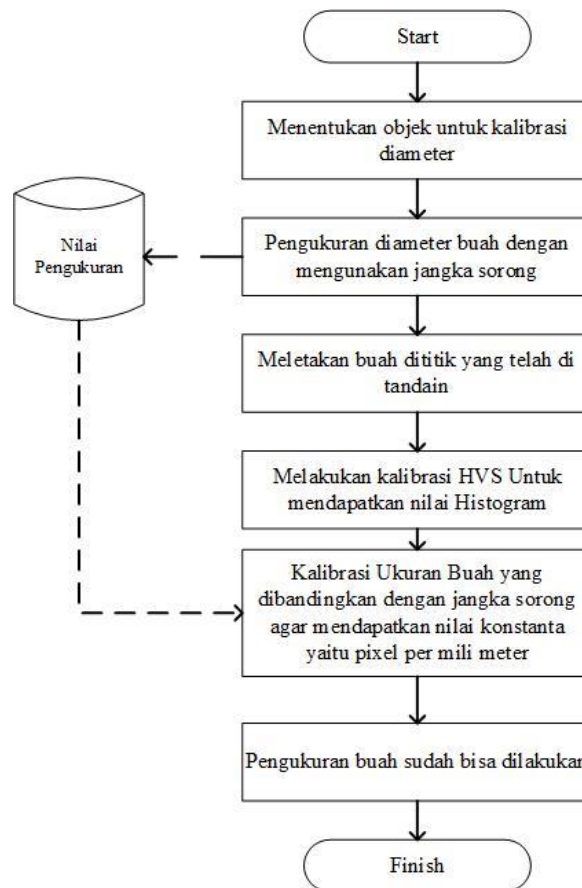
$$\begin{aligned}
 \text{Pixel to mm} &= \frac{\text{nilai yang diukur jangka sorong}}{\text{rata nilai pixel yang di dapat 5x pengambilan}} \\
 &= \frac{52 \text{ mm}}{99,125 \text{ pixel}} \\
 &= 0,52459 \text{ mm per pixel}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan kamera atas nilai dalam satuan mili meter harus dilakukan konstanta dari mili meter per pixel. Sedangkan untuk konstanta pada kamera samping sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{Pixel to mm} &= \frac{\text{nilai yang diukur jangka sorong}}{\text{rata nilai pixel yang di dapat 5x pengambilan}} \\
 &= \frac{52 \text{ mm}}{86,625 \text{ pixel}} \\
 &= 0,60029 \text{ mm per pixel}
 \end{aligned}$$

4.2 Skenario Pengukuran

Pada pembuatan alat ukur diameter akan dibandingkan dengan hasil pengukuran yang menggunakan jangka sorong. Adapun untuk scenario pengukuran akan dilakukan seperti diagram dibawah ini:



Gambar 4.5 Diagram Skenario Pengukuran

Untuk melakukan pengukuran buah maka terlebih dahulu dilakukan kalibrasi sesuai skenario seperti diagram di atas. Pada saat melakukan pengukuran buah, maka buah harus berada di titik yang telah di tandai.

4.3 Hasil Pengukuran data Kalibrasi 52 mm x 52 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 1 yang memiliki ukuran 31 mm x 31 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.3 Hasil pengukuran dengan objek 31 mm x 31 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
54	28	3	90%	55	28	3	90%	50	30	1	97%	50	30	1	97%
56	29	2	94%	55	28	3	90%	50	29	2	94%	50	30	1	97%
56	29	2	94%	56	29	2	94%	51	30	1	97%	49	29	2	94%
56	29	2	94%	57	29	2	94%	52	30	1	97%	50	29	2	94%
55	28	3	90%	57	29	2	94%	51	30	1	97%	49	30	1	97%
56	29	2	94%	56	29	2	94%	51	30	1	97%	49	30	1	97%
55	28	3	90%	55	28	3	90%	51	30	1	97%	49	30	1	97%
55	28	3	90%	55	28	3	90%	49	29	2	94%	49	29	2	94%
54	28	3	90%	56	29	2	94%	50	30	1	97%	51	30	1	97%
55	28	3	90%	54	28	3	90%	50	30	1	97%	51	30	1	97%
Akurasi Rata-rata			92%	Akurasi Rata-rata			92%	Akurasi Rata-rata			96%	Akurasi Rata-rata			96%

Dari hasil pengukuran tingkat keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 31 mm x 31 mm masih di atas 90%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 92% di sumbu X dan 92 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 96% di sumbu X dan 96 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 52 mm x 52 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 2 yang memiliki ukuran 42 mm x 42 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.4 Hasil pengukuran dengan objek 42 mm x42 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
79	41	1	98%	80	41	1	98%	72	43	1	98%	69	41	1	98%
76	39	3	93%	82	43	1	98%	70	42	0	100%	70	42	0	100%
78	40	2	95%	80	41	1	98%	73	43	1	98%	70	42	0	100%
80	41	1	98%	78	40	2	95%	72	43	1	98%	70	42	0	100%
77	40	2	95%	80	41	1	98%	71	42	0	100%	69	42	0	100%
77	40	2	95%	80	41	1	98%	74	44	2	95%	70	42	0	100%
79	41	1	98%	79	41	1	98%	69	41	1	98%	70	41	1	98%
80	41	1	98%	81	42	0	100%	68	40	2	95%	66	39	3	93%
81	42	0	100%	79	41	1	98%	69	41	1	98%	66	39	3	93%
80	41	1	98%	83	43	1	98%	71	42	0	100%	66	39	3	93%
Akurasi Rata-rata			97%	Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			97%

Dari hasil pengukuran tingkat ke akurasian dari tanah liat dengan ukuran 42 mm x 42 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 97% di sumbu X dan 98 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 98% di sumbu X dan 97 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 52 mm x 52 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat ke ke akurasion. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 3 yang memiliki ukuran 47 mm x 47 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.5 Hasil pengukuran dengan objek 47 mm x 47 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
89	46	1	98%	88	46	1	98%	76	45	2	96%	76	46	1	98%
88	46	1	98%	88	46	1	98%	81	48	1	98%	80	48	1	98%
89	46	1	98%	88	46	1	98%	81	48	1	98%	80	48	1	98%
90	46	1	98%	91	47	0	100%	80	48	1	98%	76	45	2	96%
91	47	0	100%	91	47	0	100%	79	47	0	100%	78	46	1	98%
91	47	0	100%	91	47	0	100%	89	48	1	98%	76	45	2	96%
91	47	0	100%	92	48	1	98%	78	47	0	100%	77	46	1	98%
91	47	0	100%	93	48	1	98%	81	48	1	98%	77	46	1	98%
93	48	1	98%	91	47	0	100%	81	48	1	98%	78	46	1	98%
89	46	1	98%	91	47	0	100%	79	47	0	100%	79	47	0	100%
Akurasi Rata-rata			99%	Akurasi Rata-rata			99%	Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			98%

Dari hasil pengukuran tingkat keakurasion dari tanah liat dengan ukuran 42 mm x 42 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 99% di sumbu X dan 99 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 98% di sumbu X dan 98 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 52 mm x 52 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 4 yang memiliki ukuran 52 mm x 52 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.6 Hasil pengukuran dengan objek 52 mm x 52 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
89	46	1	98%	88	46	1	98%	76	45	2	96%	76	46	1	98%
88	46	1	98%	88	46	1	98%	81	48	1	98%	80	48	1	98%
89	46	1	98%	88	46	1	98%	81	48	1	98%	80	48	1	98%
90	46	1	98%	91	47	0	100%	80	48	1	98%	76	45	2	96%
91	47	0	100%	91	47	0	100%	79	47	0	100%	78	46	1	98%
91	47	0	100%	91	47	0	100%	89	48	1	98%	76	45	2	96%
91	47	0	100%	92	48	1	98%	78	47	0	100%	77	46	1	98%
91	47	0	100%	93	48	1	98%	81	48	1	98%	77	46	1	98%
93	48	1	98%	91	47	0	100%	81	48	1	98%	78	46	1	98%
89	46	1	98%	91	47	0	100%	79	47	0	100%	79	47	0	100%
Akurasi Rata-rata			99%	Akurasi Rata-rata			99%	Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			98%

Dari hasil pengukuran tingkat keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 52 mm x 52 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 99% di sumbu X dan 99 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 98% di sumbu X dan 98 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 52 mm x 52 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 5 yang memiliki ukuran 62 mm x 62 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.7 Hasil pengukuran dengan objek 62 mm x 62 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
123	64	2	97%	124	65	3	95%	103	61	1	98%	105	63	1	98%
123	64	2	97%	125	65	3	95%	103	61	1	98%	103	61	1	98%
121	63	1	98%	126	66	4	94%	104	62	0	100%	102	58	4	94%
124	65	3	95%	123	63	1	98%	101	60	2	97%	102	61	1	98%
123	64	2	97%	121	63	1	98%	104	62	0	100%	104	62	0	100%
124	65	3	95%	123	64	2	97%	104	61	1	98%	103	61	1	98%
125	65	3	95%	121	63	1	98%	103	61	1	98%	102	61	1	98%
121	63	1	98%	122	63	1	98%	108	64	2	97%	107	64	2	97%
124	65	3	95%	123	64	2	97%	102	60	2	97%	99	59	3	95%
124	61	1	98%	123	64	2	97%	103	61	1	98%	107	64	2	97%
Akurasi Rata-rata			97%	Akurasi Rata-rata			97%	Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			97%

Dari hasil pengukuran keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 62 mm x 62 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 97% di sumbu X dan 97 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 98% di sumbu X dan 97 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 52 mm x 52 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 6 yang memiliki ukuran 72 mm x 72 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.8 Hasil pengukuran dengan objek 72 mm x 72 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
145	76	4	94%	148	77	5	93%	125	75	3	96%	118	70	2	97%
147	77	5	93%	148	77	5	93%	122	73	1	99%	118	70	2	97%
149	78	6	92%	149	78	6	92%	123	73	1	99%	116	69	3	96%
150	78	6	92%	150	78	6	92%	122	73	1	99%	117	70	2	97%
115	79	7	90%	150	78	6	92%	115	69	3	96%	115	69	3	96%
149	78	6	92%	151	79	7	90%	118	70	2	97%	118	70	2	97%
147	77	5	93%	150	79	7	90%	116	70	2	97%	116	70	2	97%
151	79	7	90%	151	79	7	90%	122	73	1	99%	118	70	2	97%
149	78	6	92%	149	78	6	92%	117	70	2	97%	118	70	2	97%
150	78	6	92%	148	77	5	93%	115	69	3	96%	115	69	3	96%
Akurasi Rata-rata			92%	Akurasi Rata-rata			92%	Akurasi Rata-rata			97%	Akurasi Rata-rata			97%

Dari hasil pengukuran keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 72 mm x 72 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 97% di sumbu X dan 97 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 98% di sumbu X dan 97 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 52 mm x 52 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 7 yang memiliki ukuran 76 mm x 76 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.9 Hasil pengukuran dengan objek 76 mm x 76 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
165	86	10	87%	162	84	8	89%	130	78	2	97%	123	73	3	96%
163	85	9	88%	165	86	10	87%	122	73	3	96%	120	72	4	95%
162	84	8	89%	165	87	11	86%	122	73	3	96%	122	73	3	96%
164	85	9	88%	164	86	10	87%	130	78	2	97%	124	74	2	97%
164	86	10	87%	164	85	9	88%	131	79	3	96%	124	74	2	97%
167	87	11	86%	164	86	10	87%	124	74	2	97%	123	73	3	96%
164	86	10	87%	161	84	8	89%	131	78	2	97%	125	75	1	99%
165	86	10	87%	164	86	10	87%	130	78	2	97%	123	72	4	95%
165	86	10	87%	164	86	10	87%	124	74	2	97%	123	73	3	96%
161	84	8	89%	167	87	11	86%	131	79	3	96%	123	73	3	96%
Akurasi Rata-rata			88%	Akurasi Rata-rata			87%	Akurasi Rata-rata			97%	Akurasi Rata-rata			96%

Dari hasil pengukuran keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 76 mm x 76 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 88% di sumbu X dan 87% di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 97% di sumbu X dan 96 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 52 mm x 52 mm.

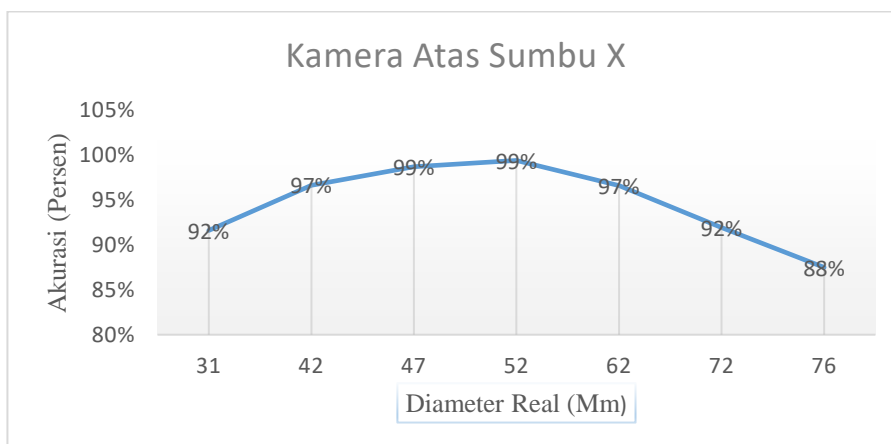
4.4 Akurasi Pengukuran Diameter 52 mm x 52 mm.

Dari pengukuran yang telah dilakukan pada 7 jenis objek dengan ukuran yang berbeda-beda maka didapatkan akurasi dari pengukuran ketika objek memiliki ukuran tersebut. Dari rata-rata pengukuran yang telah dilakukan akan membentuk tabel dan grafik dari seriap pengukuran. Adapun hasil rata-rata akurasi pengukuran kamera atas seperti di bawah ini:

Tabel 4.10 Hasil Rata- rata Akurasi pengukuran Kamera atas pada kalibrasi 52 mmx 52mm

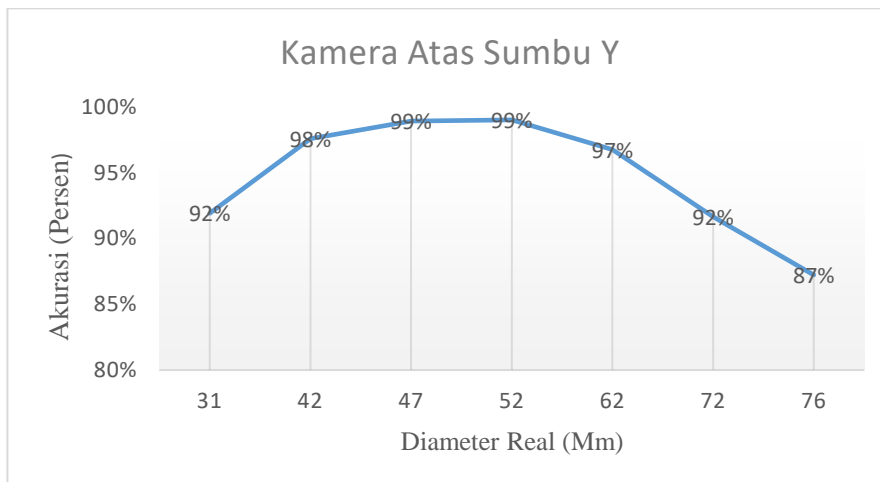
No	Ukuran Real (mm)	Rata-rata Akurasi Kamera atas X	Rata-rata Akurasi Kamera atas Y
1	31	92%	92%
2	42	97%	98%
3	47	99%	99%
4	52	99%	99%
5	62	97%	97%
6	72	92%	92%
7	76	88%	87%

Dari hasil pengukuran kamera atas bahwa nilai akurasi paling tinggi pada objek dengan ukuran 52 mm x 52 mm. semakin jauh dari nilai kalibrasi yaitu 52 mm x 52 mm maka semakin tidak akurasi. Pada satu kamera memiliki 2 output hasil pengukuran. Oleh karena itu, untuk mendapatkan keakurasian dari setiap sumbu maka di pisahkan nilai akurasi dari kamera berdasarkan sumbu. Adapun grafik akurasi dari pengukuran Sumbu X seperti di bawah ini:



Gambar 4.6 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu X

Adapun grafik akurasi dari pengukuran menggunakan kamera atas pada sumbu Y seperti di bawah ini:



Gambar 4.7 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu Y

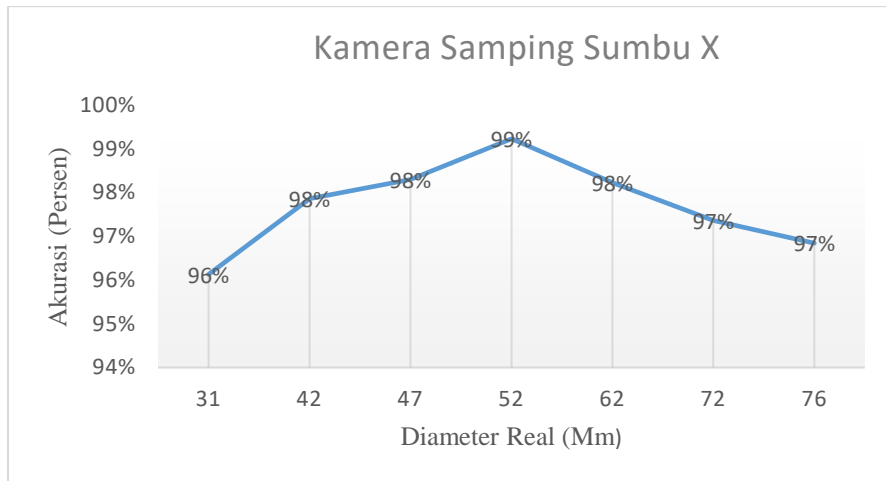
Pada grafik akurasi pengukuran kamera atas sumbu X dan Y maka dapat disimpulkan pada pengukuran 52 mm memiliki akurasi pengukuran yang cukup tinggi. Pada pengukuran 52 mm tersebut merupakan nilai kalibrasi pengukuran. Oleh sebab itu, pada pengukuran di titik tersebut memiliki akurasi yang tinggi. Sedangkan semakin jauh ukuran objek dari kalibrasi maka semakin tidak akurat lagi. Pada kamera atas di sumbu X dan Y nilai akurasi di bawah 95% di objek 31 mm dan 72 mm. maka nilai pengukuran akan tidak lagi akurat jika semakin jauh dengan nilai kalibrasi.

Untuk hasil rata-rata akurasi pengukuran kamera samping akan di bentuk dalam suatu tabel dan grafik untuk mengetahui keakurasian pengukuran. Adapun hasil akurasi pengukuran kamera samping dalam bentuk tabel seperti di bawah ini:

Tabel 4.11 Hasil Rata- rata Akurasi pengukuran Kamera Samping pada kalibrasi 52 mmx 52mm

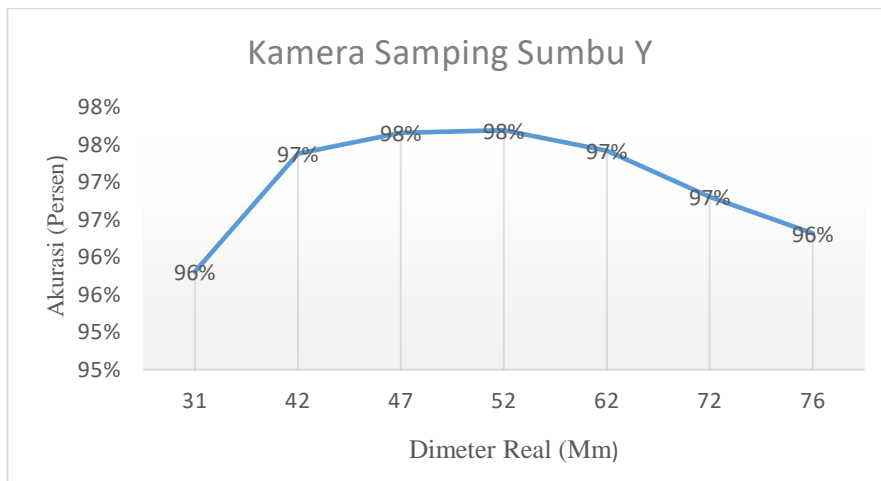
No	Ukuran Real (mm)	Rata-rata Akurasi camera Samping X	Rata-rata Akurasi camera Samping Y
1	31	96%	96%
2	42	98%	97%
3	47	98%	98%
4	52	99%	98%
5	62	98%	97%
6	72	97%	97%
7	76	97%	96%

Dari hasil pengukuran kamera samping bahwa nilai akurasi paling tinggi pada objek dengan ukuran 52 mm x 52 mm. Semakin jauh dari nilai kalibrasi yaitu 52 mm x 52 mm maka semakin tidak akurasi. Pada satu kamera memiliki 2 output hasil pengukuran. Oleh karena itu, untuk mendapatkan keakurasian dari setiap sumbu maka di pisahkan nilai akurasi dari kamera berdasarkan sumbu. Adapun grafik akurasi dari pengukuran sumbu X seperti di bawah ini:



Gambar 4.8 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu X

Adapun grafik akurasi dari pengukuran menggunakan kamera samping pada sumbu Y seperti di bawah ini:



Gambar 4.9 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu Y

Pada grafik akurasi pengukuran kamera atas sumbu X dan Y maka dapat disimpulkan pada pengukuran 52 mm memiliki akurasi pengukuran yang cukup tinggi. Pada pengukuran 52 mm tersebut merupakan nilai kalibrasi pengukuran. Oleh sebab itu, pada pengukuran di titik tersebut memiliki akurasi yang tinggi.

Sedangkan semakin jauh ukuran objek dari kalibrasi maka semakin tidak akurat lagi. Pada kamera atas di sumbu X dan Y nilai akurasi di bawah 95% di objek 31 mm dan 72 mm. maka nilai pengukuran akan tidak lagi akurat jika semakin jauh dengan nilai kalibrasi.

Dari hasil pengukuran dilakukan maka sudah mengetahui titik akurasi pengukuran. Adapun pengukuran dilakukan menggunakan buah maka hasil pengukuran seperti dibawah ini:

Tabel 4.12 Uji pengukuran pada buah dengan kalibrasi 52 mmx 52mm

No	Nama Objek	Diameter	Kamera Atas		Kamera Samping		Diameter Terbesar	Error	Akurasi
			Pixel	Dimeter	Pixel	Dimeter			
1	Tomat 2	56	104	55	92	57	57	1	98%
2	Tomat 3	57	111	59	94	58	59	2	96%
3	Tomat 4	60	119	63	99	61	63	3	95%
4	Jeruk 3	63	126	67	107	66	67	4	94%
6	Jeruk 1	67	135	72	110	68	72	5	93%
7	Kiwi	72	145	77	121	75	77	5	93%

4.5 Hasil Pengukuran data Kalibrasi 47 mm x 47 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 1 yang memiliki ukuran 31 mm x 31 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.13 Hasil pengukuran dengan objek 31 mm x 31 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
56	29	2	94%	56	29	2	94%	53	32	1	97%	53	32	1	97%
57	30	1	97%	58	30	1	97%	50	30	1	97%	47	29	2	94%
55	29	2	94%	56	29	2	94%	52	32	1	97%	53	32	1	97%
57	30	1	97%	57	30	1	97%	52	32	1	97%	50	30	1	97%
56	29	2	94%	57	29	2	94%	54	33	2	94%	53	32	1	97%
56	29	2	94%	58	30	1	97%	49	30	1	97%	49	30	1	97%
56	29	2	94%	57	30	1	97%	50	30	1	97%	50	30	1	97%
56	29	2	94%	57	30	1	97%	54	33	2	94%	52	32	1	97%
56	29	2	94%	57	30	1	97%	52	32	1	97%	53	32	1	97%
55	29	2	94%	56	29	2	94%	52	32	1	97%	52	32	1	97%
Akurasi Rata-rata			94%	Akurasi Rata-rata			95%	Akurasi Rata-rata			96%	Akurasi Rata-rata			96%

Dari hasil pengukuran tingkat keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 31 mm x 31 mm masih di atas 90%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 94% di sumbu X dan 95 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 96% di sumbu X dan 96 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 47 mm x 47 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 2 yang memiliki ukuran 42 mm x 42 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.14 Hasil pengukuran dengan objek 42 mm x42 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
79	41	1	98%	80	42	0	100%	69	42	0	100%	70	43	1	98%
79	41	1	98%	82	43	1	98%	70	43	1	98%	68	42	0	100%
80	42	0	100%	82	43	1	98%	71	43	1	98%	70	43	1	98%
79	41	1	98%	78	41	1	98%	72	44	2	95%	70	43	1	98%
82	43	1	98%	82	43	1	98%	70	43	1	98%	70	43	1	98%
79	41	1	98%	80	42	0	100%	70	43	1	98%	67	41	1	98%
78	41	1	98%	81	43	1	98%	72	44	2	95%	72	44	2	95%
78	41	1	98%	79	41	1	98%	69	42	0	100%	71	43	1	98%
78	41	1	98%	81	43	1	98%	71	43	1	98%	70	43	1	98%
79	41	1	98%	83	44	2	95%	70	43	1	98%	70	43	1	98%
Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			98%

Dari hasil pengukuran tingkat keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 42 mm x 42 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 98% di sumbu X dan 98 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 98% di sumbu X dan 98 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 47 mm x 47 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 3 yang memiliki ukuran 47 mm x 47 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.15 Hasil pengukuran dengan objek 47 mm x 47 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
89	47	0	100%	90	47	0	100%	77	47	0	100%	75	46	1	98%
88	46	1	98%	90	47	0	100%	79	48	1	98%	77	47	0	100%
89	47	0	100%	89	47	0	100%	79	48	1	98%	76	46	1	98%
88	46	1	98%	90	47	0	100%	78	48	1	98%	76	46	1	98%
89	47	0	100%	89	47	0	100%	77	47	0	100%	75	46	1	98%
89	47	0	100%	87	46	1	98%	77	47	0	100%	75	46	1	98%
90	47	0	100%	89	47	0	100%	79	48	1	98%	76	46	1	98%
89	47	0	100%	90	47	0	100%	79	48	1	98%	77	47	0	100%
88	46	1	98%	90	47	0	100%	78	48	1	98%	76	46	1	98%
89	47	0	100%	91	48	1	98%	77	47	0	100%	75	46	1	98%
Akurasi Rata-rata			99%	Akurasi Rata-rata			100%	Akurasi Rata-rata			99%	Akurasi Rata-rata			98%

Dari hasil pengukuran tingkat keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 42 mm x 42 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 99% di sumbu X dan 100 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 99% di sumbu X dan 98 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 47 mm x 47 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 4 yang memiliki ukuran 52 mm x 52 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.16 Hasil pengukuran dengan objek 52 mm x 52 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
100	53	1	98%	99	52	0	100%	87	53	1	98%	84	51	1	98%
100	53	1	98%	98	51	1	98%	87	53	1	98%	87	53	1	98%
98	51	1	98%	98	51	1	98%	87	53	1	98%	86	53	1	98%
98	51	1	98%	99	52	0	100%	88	54	2	96%	86	53	1	98%
100	53	1	98%	102	54	2	96%	87	53	1	98%	83	51	1	98%
99	52	0	100%	98	51	1	98%	78	53	1	98%	86	53	1	98%
101	53	1	98%	100	53	1	98%	82	50	2	96%	82	50	2	96%
100	53	1	98%	102	54	2	96%	86	53	1	98%	83	51	1	98%
99	51	1	98%	98	51	1	98%	86	53	1	98%	82	50	2	96%
98	51	1	98%	98	51	1	98%	83	51	1	98%	83	51	1	98%
Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			98%

Dari hasil pengukuran tingkat keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 52 mm x 52 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 98% di sumbu X dan 98 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 98% di sumbu X dan 98 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 47 mm x 47 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 5 yang memiliki ukuran 63 mm x 63 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.17 Hasil pengukuran dengan objek 62 mm x 62 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
128	67	5	92%	126	66	3	95%	100	61	1	98%	100	61	2	97%
125	66	3	95%	128	67	4	94%	100	61	2	97%	100	61	2	97%
128	67	4	94%	128	67	4	94%	106	65	2	97%	101	62	1	98%
126	66	3	95%	128	67	4	94%	106	65	2	97%	106	65	2	97%
127	67	4	94%	127	67	4	94%	100	61	2	97%	98	60	3	95%
124	65	2	97%	126	66	3	95%	99	60	3	95%	98	60	3	95%
126	66	3	95%	124	65	2	97%	100	61	2	97%	99	61	2	97%
125	66	3	95%	125	66	3	95%	109	67	4	94%	106	65	2	97%
127	66	3	95%	128	67	4	94%	107	66	3	95%	106	65	2	97%
126	66	3	95%	125	66	3	95%	106	65	2	97%	107	66	3	95%
Akurasi Rata-rata			95%	Akurasi Rata-rata			95%	Akurasi Rata-rata			96%	Akurasi Rata-rata			97%

Dari hasil pengukuran keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 63 mm x 63 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 95% di sumbu X dan 95 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 96% di sumbu X dan 97 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 47 mm x 47 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 6 yang memiliki ukuran 72 mm x 72 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.18 Hasil pengukuran dengan objek 72 mm x 72 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
150	79	7	90%	148	78	6	92%	111	68	4	94%	111	68	4	94%
148	78	6	92%	149	79	7	90%	100	68	4	94%	114	70	2	97%
152	80	8	89%	148	78	6	92%	113	69	3	96%	110	68	4	94%
149	79	7	90%	153	80	8	89%	113	69	3	96%	110	68	4	94%
152	80	8	89%	149	79	7	90%	110	68	4	94%	111	68	4	94%
149	79	7	90%	151	80	8	89%	112	69	3	96%	111	68	4	94%
149	79	7	90%	146	77	5	93%	123	75	3	96%	121	74	2	97%
149	79	7	90%	148	78	6	92%	121	74	2	97%	122	74	2	97%
146	77	5	93%	148	78	6	92%	110	68	4	94%	109	67	5	93%
149	79	7	90%	148	78	6	92%	123	76	4	94%	122	74	2	97%
Akurasi Rata-rata			90%	Akurasi Rata-rata			91%	Akurasi Rata-rata			95%	Akurasi Rata-rata			95%

Dari hasil pengukuran keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 72 mm x 72 mm masih di bawah 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 90% di sumbu X dan 91 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 95% di sumbu X dan 95 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 47 mm x 47 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 7 yang memiliki ukuran 76 mm x 76 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.19 Hasil pengukuran dengan objek 76 mm x 76 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
165	87	11	86%	168	89	13	83%	117	72	4	95%	117	72	4	95%
168	89	13	83%	167	88	12	84%	116	71	5	93%	117	72	4	95%
167	88	12	84%	168	89	13	83%	120	73	3	96%	116	71	5	93%
160	84	8	89%	164	86	10	87%	116	72	4	95%	117	72	4	95%
165	87	11	86%	167	88	12	84%	129	79	3	96%	114	70	6	92%
162	85	9	88%	168	89	13	83%	115	71	5	93%	116	71	5	93%
164	86	10	87%	161	85	9	88%	117	72	4	95%	114	70	6	92%
161	85	9	88%	164	86	10	87%	115	71	5	93%	116	71	5	93%
164	86	10	87%	156	85	9	88%	129	79	3	96%	117	72	4	95%
164	86	10	87%	164	86	10	87%	118	72	4	95%	116	71	5	93%
Akurasi Rata-rata			86%	Akurasi Rata-rata			85%	Akurasi Rata-rata			95%	Akurasi Rata-rata			94%

Dari hasil pengukuran keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 76 mm x 76 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 86% di sumbu X dan 85% di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 95% di sumbu X dan 94 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 47 mm x 47 mm.

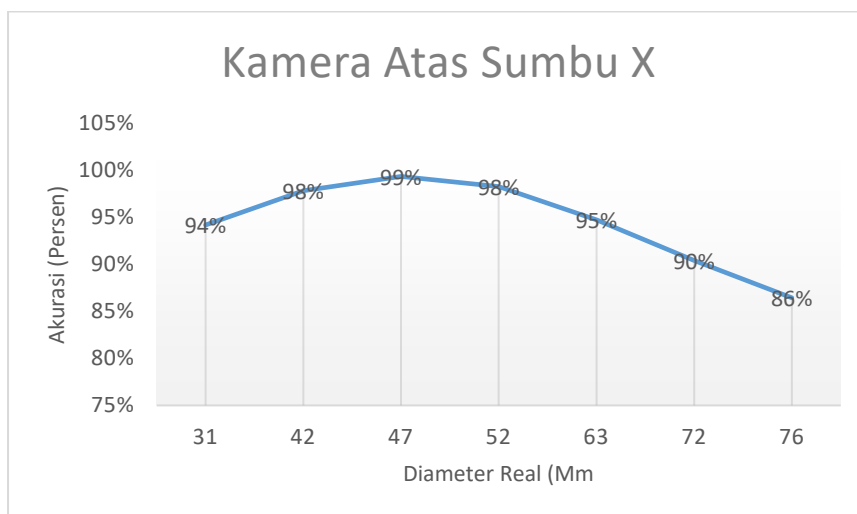
4.6 Akurasi Pengukuran Diameter 47 mm x 47 mm.

Dari pengukuran yang telah dilakukan pada 7 jenis objek dengan ukuran yang berbeda-beda maka didapatkan akurasi dari pengukuran ketika objek memiliki ukuran tersebut. Dari rata-rata pengukuran yang telah dilakukan akan membentuk tabel dan grafik dari seriap pengukuran. Adapun hasil rata-rata akurasi pengukuran kamera atas seperti di bawah ini:

Tabel 4.20 Hasil Rata-rata Akurasi pengukuran Kamera atas pada kalibrasi 47mmx 47mm

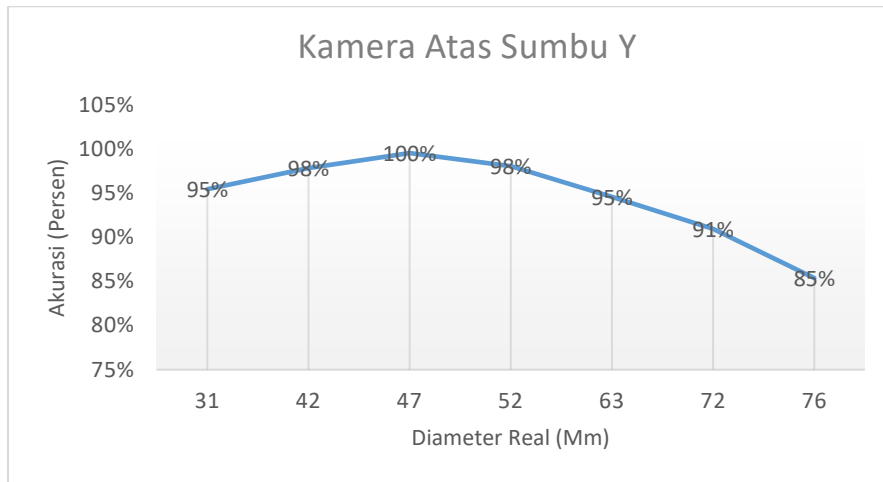
No	Ukuran Real (mm)	Rata-rata Akurasi Kamera atas X	Rata-rata Akurasi Kamera atas Y
1	31	94%	95%
2	42	98%	98%
3	47	99%	100%
4	52	98%	98%
5	63	95%	95%
6	72	90%	91%
7	76	86%	85%

Dari hasil pengukuran kamera atas bahwa nilai akurasi paling tinggi pada objek dengan ukuran 47 mm x 47 mm. semakin jauh dari nilai kalibrasi yaitu 47 mm x 47 mm maka semakin tidak akurasi. Pada satu kamera memiliki 2 output hasil pengukuran. Oleh karena itu, untuk mendapatkan keakurasian dari setiap sumbu maka di pisahkan nilai akurasi dari kamera berdasarkan sumbu. Adapun grafik akurasi dari pengukuran Sumbu X seperti di bawah ini:



Gambar 4.10 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu X

Adapun grafik akurasi dari pengukuran menggunakan kamera atas pada sumbu Y seperti di bawah ini:



Gambar 4.11 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu Y

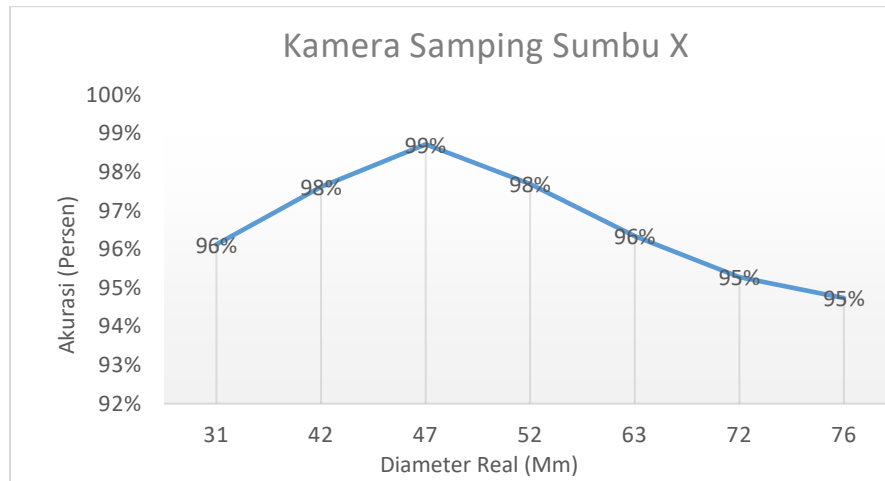
Pada grafik akurasi pengukuran kamera atas sumbu X dan Y maka dapat disimpulkan pada pengukuran 47 mm memiliki akurasi pengukuran yang cukup tinggi. Pada pengukuran 47 mm tersebut merupakan nilai kalibrasi pengukuran. Oleh sebab itu, pada pengukuran di titik tersebut memiliki akurasi yang tinggi. Sedangkan semakin jauh ukuran objek dari kalibrasi maka semakin tidak akurat lagi. Pada kamera atas di sumbu X dan Y nilai akurasi di bawah 95% di objek 63 mm. maka nilai pengukuran akan tidak lagi akurat jika semakin jauh dengan nilai kalibrasi.

Untuk hasil rata-rata akurasi pengukuran kamera samping akan di bentuk dalam suatu tabel dan grafik untuk mengetahui keakurasian pengukuran. Adapun hasil akurasi pengukuran kamera samping dalam bentuk tabel seperti di bawah ini:

Tabel 4.21 Hasil Rata- rata Akurasi pengukuran Kamera Samping pada kalibrasi 47 mmx 47 mm

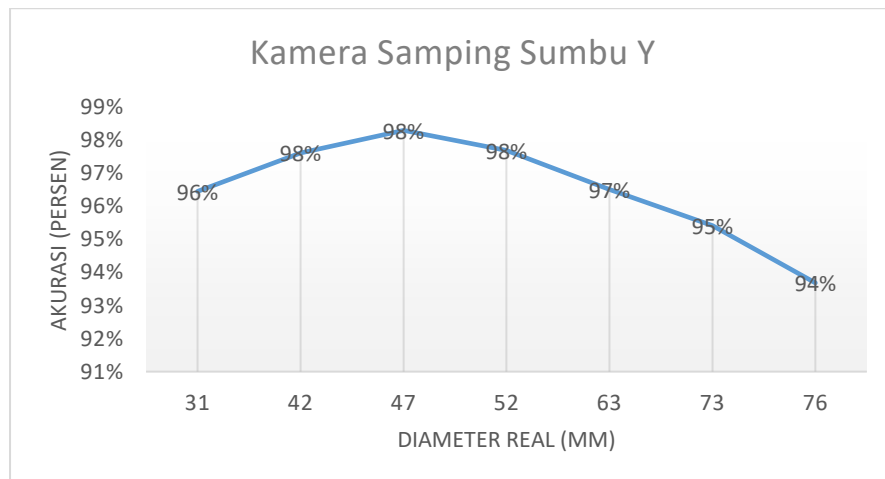
No	Ukuran Real (mm)	Rata-rata Akurasi camera Samping X	Rata-rata Akurasi camera Samping Y
1	31	96%	96%
2	42	98%	98%
3	47	99%	98%
4	52	98%	98%
5	62	96%	97%
6	72	95%	95%
7	76	95%	94%

Dari hasil pengukuran kamera samping bahwa nilai akurasi paling tinggi pada objek dengan ukuran 47 mm x 47 mm. Semakin jauh nilai kalibrasi yaitu 47 mm x 47 mm maka semakin tidak akurasi. Pada satu kamera memiliki 2 output hasil pengukuran. Oleh karena itu, untuk mendapatkan keakurasian dari setiap sumbu maka di pisahkan nilai akurasi dari kamera berdasarkan sumbu. Adapun grafik akurasi dari pengukuran sumbu X seperti di bawah ini:



Gambar 4.12 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu X

Adapun grafik akurasi dari pengukuran menggunakan kamera samping pada sumbu Y seperti di bawah ini:



Gambar 4.13 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu Y

Pada grafik akurasi pengukuran kamera atas sumbu X dan Y maka dapat disimpulkan pada pengukuran 47 mm memiliki akurasi pengukuran yang cukup tinggi. Pada pengukuran 47 mm tersebut merupakan nilai kalibrasi pengukuran. Oleh sebab itu, pada pengukuran di titik tersebut memiliki akurasi yang tinggi.

Sedangkan semakin jauh ukuran objek dari kalibrasi maka semakin tidak akurat lagi. Pada kamera atas di sumbu X dan Y nilai akurasi di bawah 95% di objek 72 mm. maka nilai pengukuran akan tidak lagi akurat jika semakin jauh dengan nilai kalibrasi.

Dari hasil pengukuran dilakukan maka sudah mengetahui titik akurasi pengukuran. Adapun pengukuran dilakukan menggunakan buah maka hasil pengukuran seperti dibawah ini:

Tabel 4.22 Uji pengukuran pada buah dengan kalibrasi 47 mmx 47 mm

No	Nama Objek	Diameter	Kamera Atas		Kamera Samping		Diameter Terbesar	Error	Akurasi
			Pixel	Dimeter	Pixel	Dimeter			
1	Tomat 2	56	104	55	92	57	57	1	98%
2	Tomat 3	57	111	59	94	58	59	2	96%
3	Tomat 4	60	119	63	99	61	63	3	95%
4	Jeruk 3	63	126	67	107	66	67	4	94%
6	Jeruk 1	67	135	72	110	68	72	5	93%
7	Kiwi	72	145	77	121	75	77	5	93%

4.7 Hasil Pengukuran data Kalibrasi 63 mm x 63 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 1 yang memiliki ukuran 31 mm x 31 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.23 Hasil pengukuran dengan objek 31 mm x 31 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
52	25	6	81%	53	26	5	84%	47	29	2	94%	48	29	2	94%
53	26	5	84%	53	26	5	84%	49	30	1	97%	49	30	1	97%
54	26	5	84%	53	25	6	81%	46	28	3	90%	45	27	4	87%
53	26	5	84%	53	26	5	84%	50	31	0	100%	49	30	1	97%
54	26	5	84%	54	26	5	84%	46	28	3	90%	47	29	2	94%
55	27	4	87%	54	26	5	84%	48	29	2	94%	47	29	2	94%
54	26	5	84%	52	25	6	81%	46	29	2	94%	47	28	3	90%
55	27	4	87%	53	26	5	84%	47	29	2	94%	49	30	1	97%
54	26	5	84%	52	25	6	81%	47	29	2	94%	47	29	2	94%
54	26	5	84%	55	26	5	84%	49	30	1	97%	49	30	1	97%
Akurasi Rata-rata			84%	Akurasi Rata-rata			83%	Akurasi Rata-rata			94%	Akurasi Rata-rata			94%

Dari hasil pengukuran tingkat keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 31 mm x 31 mm masih di atas 90%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 84% di sumbu X dan 83% di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 94% di sumbu X dan 94 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 63 mm x 63 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 2 yang memiliki ukuran 42 mm x 42 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.24 Hasil pengukuran dengan objek 42 mm x42 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
78	37	5	88%	80	39	3	93%	63	39	3	93%	61	37	5	88%
76	37	5	88%	78	38	4	90%	63	39	3	93%	62	38	4	90%
78	38	4	90%	79	38	4	90%	67	41	1	98%	64	39	3	93%
79	38	4	90%	77	37	5	88%	66	41	1	98%	65	40	2	95%
79	38	4	90%	79	38	4	90%	67	41	1	98%	66	41	1	98%
78	38	4	90%	80	39	3	93%	62	38	4	90%	63	39	3	93%
78	38	4	90%	79	38	4	90%	65	40	2	95%	63	39	3	93%
77	37	5	88%	77	37	5	88%	70	43	1	98%	66	41	1	98%
81	39	3	93%	78	38	4	90%	71	44	2	95%	67	41	1	98%
81	39	3	93%	78	38	4	90%	70	43	1	98%	67	41	1	98%
Akurasi Rata-rata			90%	Akurasi Rata-rata			90%	Akurasi Rata-rata			95%	Akurasi Rata-rata			94%

Dari hasil pengukuran tingkat keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 42 mm x 42 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 90% di sumbu X dan 90% di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 95% di sumbu X dan 94 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 63 mm x 63 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 3 yang memiliki ukuran 47 mm x 47 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.25 Hasil pengukuran dengan objek 47 mm x 47 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
90	44	3	94%	92	45	2	96%	77	47	0	100%	73	45	2	96%
91	44	3	94%	93	45	2	96%	75	46	1	98%	74	45	2	96%
92	44	3	94%	93	45	2	96%	71	44	3	94%	72	44	3	94%
93	45	2	96%	90	44	3	94%	70	43	4	91%	78	48	1	98%
91	44	3	94%	92	44	3	94%	74	45	2	96%	71	44	3	94%
91	44	3	94%	91	44	3	94%	75	46	1	98%	73	45	2	96%
91	44	3	94%	109	53	6	87%	75	46	1	98%	72	44	3	94%
92	45	2	96%	93	45	2	96%	80	49	2	96%	73	45	2	96%
90	44	3	94%	91	44	3	94%	72	44	3	94%	72	44	3	94%
88	43	4	91%	92	45	2	96%	76	46	1	98%	76	46	1	98%
Akurasi Rata-rata			94%	Akurasi Rata-rata			94%	Akurasi Rata-rata			96%	Akurasi Rata-rata			95%

Dari hasil pengukuran tingkat keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 42 mm x 42 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 94% di sumbu X dan 94% di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 96% di sumbu X dan 95% di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 63 mm x 63 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 4 yang memiliki ukuran 52 mm x 52 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.26 Hasil pengukuran dengan objek 52 mm x 52 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
102	50	2	96%	102	50	2	96%	81	50	2	96%	81	50	2	96%
100	49	3	94%	101	49	3	94%	82	50	2	96%	81	50	2	96%
103	51	1	98%	103	51	1	98%	84	52	0	100%	84	51	1	98%
101	50	2	96%	103	51	1	98%	83	51	1	98%	84	51	1	98%
102	50	2	96%	102	50	2	96%	82	50	2	96%	82	50	2	96%
103	51	1	98%	102	50	2	96%	83	51	1	98%	80	49	3	94%
102	50	2	96%	103	51	1	98%	82	50	2	96%	82	50	2	96%
102	50	2	96%	101	49	3	94%	82	50	2	96%	84	51	1	98%
100	49	3	94%	102	50	2	96%	88	54	2	96%	87	54	2	96%
100	49	3	94%	101	49	3	94%	83	51	1	98%	81	50	2	96%
Akurasi Rata-rata			96%	Akurasi Rata-rata			96%	Akurasi Rata-rata			97%	Akurasi Rata-rata			97%

Dari hasil pengukuran tingkat keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 52 mm x 52 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 96% di sumbu X dan 96% di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 97% di sumbu X dan 97 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 63 mm x 63 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 5 yang memiliki ukuran 63 mm x 63 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.27 Hasil pengukuran dengan objek 63 mm x 63 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
128	63	1	98%	127	62	1	98%	103	63	1	98%	102	63	0	100%
129	63	0	100%	127	62	1	98%	103	63	0	100%	100	62	1	98%
126	62	1	98%	128	63	0	100%	103	63	0	100%	102	63	0	100%
127	62	1	98%	128	63	0	100%	101	62	1	98%	100	62	1	98%
126	62	1	98%	128	63	0	100%	104	64	1	98%	103	64	1	98%
126	62	1	98%	129	63	0	100%	103	64	1	98%	102	63	0	100%
129	63	0	100%	129	63	0	100%	100	62	1	98%	103	64	1	98%
126	62	1	98%	130	63	0	100%	105	65	2	97%	104	64	1	98%
130	63	0	100%	129	63	0	100%	104	64	1	98%	101	62	1	98%
126	62	1	98%	131	64	1	98%	104	64	1	98%	101	62	1	98%
Akurasi Rata-rata			99%	Akurasi Rata-rata			100%	Akurasi Rata-rata			99%	Akurasi Rata-rata			99%

Dari hasil pengukuran keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 63 mm x 63 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 99% di sumbu X dan 100 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 99% di sumbu X dan 99 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 63 mm x 63 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 6 yang memiliki ukuran 72 mm x 72 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.28 Hasil pengukuran dengan objek 72 mm x 72 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
142	70	2	97%	144	71	1	99%	120	74	2	97%	119	73	1	99%
147	72	0	100%	149	73	1	99%	118	73	1	99%	120	74	2	97%
146	71	1	99%	146	71	1	99%	118	73	1	99%	119	73	1	99%
147	71	1	99%	147	72	0	100%	120	74	2	97%	115	71	1	99%
142	70	2	97%	149	72	0	100%	119	73	1	99%	120	74	2	97%
142	70	2	97%	146	71	1	99%	120	74	2	97%	119	73	1	99%
144	71	1	99%	148	72	0	100%	118	73	1	99%	118	73	1	99%
148	72	0	100%	146	71	1	99%	115	71	1	99%	118	73	1	99%
147	71	1	99%	145	71	1	99%	118	73	1	99%	118	73	1	99%
147	71	1	99%	146	71	1	99%	116	72	0	100%	115	71	1	99%
Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			99%	Akurasi Rata-rata			98%	Akurasi Rata-rata			98%

Dari hasil pengukuran keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 72 mm x 72 mm masih di bawah 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 98% di sumbu X dan 99 % di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 98% di sumbu X dan 98 % di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 63 mm x 63 mm.

Hasil Pengukuran Dengan objek tanah liat Untuk mengetahui tingkat keakurasian. Hasil dibawah ini merupakan tanah liat 7 yang memiliki ukuran 76 mm x 76 mm. tabel dibawah ini merupakan hasil pengukuran tanah liat dengan kamera atas dan samping:

Tabel 4.29 Hasil pengukuran dengan objek 76 mm x 76 mm

Kamera Atas								Kamera Samping							
X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi	X (pixel)	X (mm)	Error	Akurasi	Y (pixel)	Y (mm)	Error	Akurasi
162	79	3	96%	160	78	2	97%	125	77	1	99%	122	75	1	99%
162	79	3	96%	160	78	2	97%	126	78	2	97%	122	75	1	99%
162	79	3	96%	158	77	1	99%	124	77	1	99%	122	75	1	99%
161	79	3	96%	161	79	3	96%	121	75	1	99%	118	73	3	96%
161	79	3	96%	160	78	2	97%	128	79	3	96%	124	77	1	99%
161	79	3	96%	161	79	3	96%	126	78	2	97%	124	77	1	99%
163	80	4	95%	166	81	5	93%	119	73	3	96%	115	71	5	93%
159	78	2	97%	164	80	4	95%	126	78	2	97%	118	73	3	96%
158	77	1	99%	160	78	2	97%	126	78	2	97%	118	73	3	96%
154	75	1	99%	157	77	1	99%	128	79	3	96%	120	74	2	97%
Akurasi Rata-rata			97%	Akurasi Rata-rata			97%	Akurasi Rata-rata			97%	Akurasi Rata-rata			97%

Dari hasil pengukuran keakurasian dari tanah liat dengan ukuran 76 mm x 76 mm masih di atas 95%. Rata-rata hasil akurasi pengukuran dengan menggunakan kamera atas hanya 97% di sumbu X dan 97% di sumbu Y. Sedangkan untuk rata-rata hasil pengukuran menggunakan kamera samping hanya 97% di sumbu X dan 97% di sumbu Y. Untuk kalibrasi pada ukuran 63 mm x 63 mm.

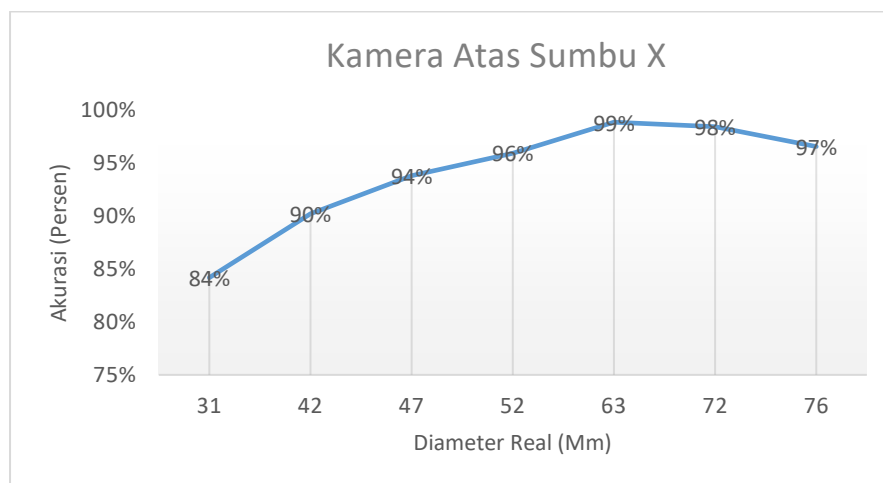
4.8 Akurasi Pengukuran Diameter 63 mm x 63 mm.

Dari pengukuran yang telah dilakukan pada 7 jenis objek dengan ukuran yang berbeda-beda maka didapatkan akurasi dari pengukuran ketika objek memiliki ukuran tersebut. Dari rata-rata pengukuran yang telah dilakukan akan membentuk tabel dan grafik dari seriap pengukuran. Adapun hasil rata-rata akurasi pengukuran kamera atas seperti di bawah ini:

Tabel 4.30 Hasil Rata- rata Akurasi pengukuran Kamera atas pada kalibrasi 63mmx 63mm

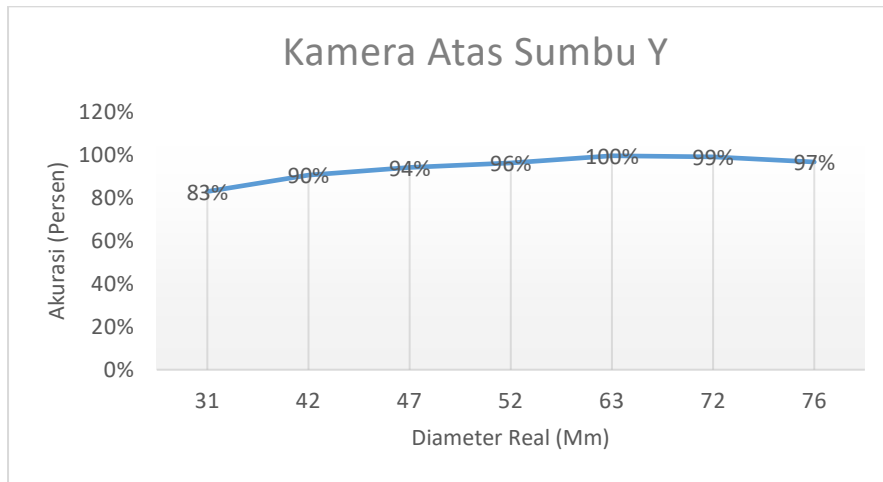
No	Ukuran Real (mm)	Rata-rata Akurasi Kamera atas X	Rata-rata Akurasi Kamera atas Y
1	31	84%	83%
2	42	90%	90%
3	47	94%	94%
4	52	96%	96%
5	63	99%	100%
6	72	98%	99%
7	76	97%	97%

Dari hasil pengukuran kamera atas bahwa nilai akurasi paling tinggi pada objek dengan ukuran 63 mm x 63 mm. semakin jauh dari nilai kalibrasi yaitu 63 mm x 63 mm maka semakin tidak akurasi. Pada satu kamera memiliki 2 output hasil pengukuran. Oleh karena itu, untuk mendapatkan keakurasian dari setiap sumbu maka di pisahkan nilai akurasi dari kamera berdasarkan sumbu. Adapun grafik akurasi dari pengukuran Sumbu X seperti di bawah ini:



Gambar 4.14 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu X

Adapun grafik akurasi dari pengukuran menggunakan kamera atas pada sumbu Y seperti di bawah ini:



Gambar 4.15 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera atas Sumbu Y

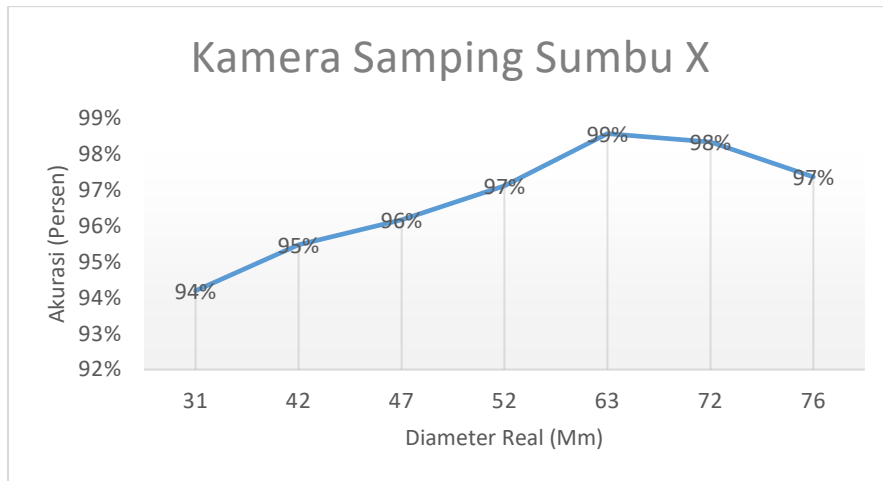
Pada grafik akurasi pengukuran kamera atas sumbu X dan Y maka dapat disimpulkan pada pengukuran 63 mm memiliki akurasi pengukuran yang cukup tinggi. Pada pengukuran 63 mm tersebut merupakan nilai kalibrasi pengukuran. Oleh sebab itu, pada pengukuran di titik tersebut memiliki akurasi yang tinggi. Sedangkan semakin jauh ukuran objek dari kalibrasi maka semakin tidak akurat lagi. Pada kamera atas di sumbu X dan Y nilai akurasi di bawah 95% di objek 47. maka nilai pengukuran akan tidak lagi akurat jika semakin jauh dengan nilai kalibrasi.

Untuk hasil rata-rata akurasi pengukuran kamera samping akan di bentuk dalam suatu tabel dan grafik untuk mengetahui keakurasian pengukuran. Adapun hasil akurasi pengukuran kamera samping dalam bentuk tabel seperti di bawah ini:

Tabel 4.31 Hasil Rata- rata Akurasi pengukuran Kamera Samping pada kalibrasi 63 mmx 63 mm

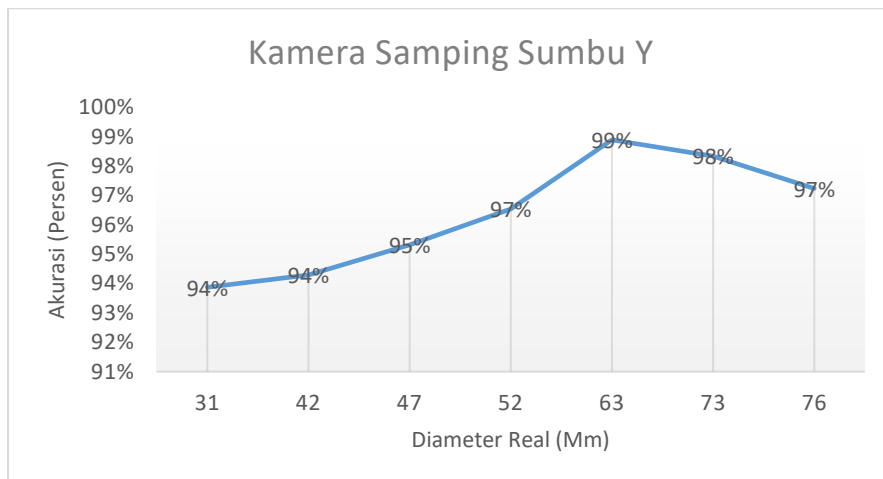
No	Ukuran Real (mm)	Rata-rata Akurasi camera Samping X	Rata-rata Akurasi camera Samping Y
1	31	94%	94%
2	42	95%	94%
3	47	96%	95%
4	52	97%	97%
5	62	99%	99%
6	72	98%	98%
7	76	97%	97%

Dari hasil pengukuran kamera samping bahwa nilai akurasi paling tinggi pada objek dengan ukuran 63 mm x 63 mm. Semakin jauh nilai kalibrasi yaitu 63 mm x 63 mm maka semakin tidak akurasi. Pada satu kamera memiliki 2 output hasil pengukuran. Oleh karena itu, untuk mendapatkan keakurasian dari setiap sumbu maka di pisahkan nilai akurasi dari kamera berdasarkan sumbu. Adapun grafik akurasi dari pengukuran sumbu X seperti di bawah ini:



Gambar 4.16 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu X

Adapun grafik akurasi dari pengukuran menggunakan kamera samping pada sumbu Y seperti di bawah ini:



Gambar 4.17 Grafik Akurasi Pengukuran Kamera Samping Sumbu Y

Pada grafik akurasi pengukuran kamera atas sumbu X dan Y maka dapat disimpulkan pada pengukuran 47 mm memiliki akurasi pengukuran yang cukup tinggi. Pada pengukuran 47 mm tersebut merupakan nilai kalibrasi pengukuran. Oleh sebab itu, pada pengukuran di titik tersebut memiliki akurasi yang tinggi.

Sedangkan semakin jauh ukuran objek dari kalibrasi maka semakin tidak akurat lagi. Pada kamera atas di sumbu X dan Y nilai akurasi di bawah 95% di objek 42 mm. maka nilai pengukuran akan tidak lagi akurat jika semakin jauh dengan nilai kalibrasi.

Dari hasil pengukuran dilakukan maka sudah mengetahui titik akurasi pengukuran. Adapun pengukuran dilakukan menggunakan buah maka hasil pengukuran seperti dibawah ini:

Tabel 4.32 Uji pengukuran pada buah dengan kalibrasi 63 mmx 63 mm

No	Nama Objek	Diameter	Kamera Atas		Kamera Samping		Diameter Terbesar	Error	Akurasi
			Pixel	Dimeter	Pixel	Dimeter			
1	Tomat 2	56	107	53	94	58	58	2	96%
2	Tomat 3	57	111	55	95	59	59	2	96%
3	Tomat 4	60	119	59	98	61	61	1	98%
4	Jeruk 3	63	126	62	103	64	64	1	98%
5	Jeruk 1	67	135	67	110	68	68	1	99%
6	Kiwi	72	145	72	121	75	75	3	96%

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Image processing atau pengolahan citra merupakan suatu sistem yang memanfaatkan gambar untuk input atau output. Hal-hal yang mempengaruhi pengambilan citra yaitu cahaya dan jarak. Oleh karena itu, semua pengukuran dilakukan dengan kamera yang memiliki jarak yang sama dan pencahayaan tetap. Adapun untuk mendapatkan pencahayaan yang tetap, maka pengukuran dilakukan pada dum dengan *color temperature* led sebesar 6500 Kelvin. Dari hasil pengukuran menggunakan metode simpson, didapat hasil pengukuran yang cukup akurat. Pada pengukuran memiliki akurasi yang tinggi ketika diameter yang diukur sama dengan diameter kalibrasi. Semakin jauh diameter yang diukur dari diameter kalibrasi maka akurasi pengukuran akan semakin turun. Adapun untuk akurasi pada diameter ± 15 mm terhadap diameter kalibrasi akan memiliki akurasi di bawah 95%.

5.2 Saran

Dari penelitian bisa dikembangkan agar bisa lebih baik. Adapun hal-hal yang bisa dikembangkan dari penelitian ini yaitu:

- a. Pengukuran bisa menggunakan benda yang memiliki ukuran yang tidak simetris.
- b. Pengembangan bisa dilakukan untuk pengukuran secara otomatis tanpa campur tangan manusia lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Jatmika, S., Purnamasari, D., & Malang, A. (2014). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kematangan Buah Apel dengan Menggunakan Metode Image Processing Berdasarkan Komposisi Warna. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Informasi ASIA*, 8(1), 8.
- Joko Siswantoro, Anton Satria Prabuwono, A. A. (2012). *Kerangka Kerja Penentuan Volume Telur Menggunakan Computer Vision Dan Aturan Simpson*, Retrieved from <http://repository.ubaya.ac.id/id/eprint/31239>
- Nugraha, I., Mukhti, P., Suwandi, D., Si, M., Bethaningtyas, H., Prodi, S., ... Telkom, U. (n.d.). Sistem Otomasi Dalam Penyortiran Tomat Dengan Image Processing Menggunakan Metode Deteksi Rgb Automated System in Tomato Sorting With Image Processing Using Rgb Detection Method.
- Pamungkas, E. M. (2017). Sistem Pendeteksi dan Pelacakan Bola dengan Metode Hough Circle Transform , Blob Detection , dan Camshift Menggunakan AR.Drone. 7(1), 1–12.
- K. Hariadi, Zulfan Fadholi, etc., (2018). Development of Leaf Area Meter Using OpenCV for Smartphone Application., Vol 16, No 4. Diakses pada website <http://journal.uad.ac.id/index.php/TELKOMNIKA/article/view/8608> pada tanggal 05 Maret 2018 pukul 22:00 WIB.
- Okezone Finance, di akses pada website <https://economy.okezone.com> di akses pada tanggal 05 Maret 2017 pukul 23.59 WIB
- AntaraNews.com, di akses pada website <https://www.antaraneews.com/berita/677043/kemenristekdikti-targetkan-lima-varietas-buah-standar-ekspor> di akses pada tanggal 06 Maret 2017 pukul 01.09 WIB