



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**“ANALISA PENGUKURAN KERATAAN MENGGUNAKAN  
ALAT UKUR DIAL INDICATOR DALAM RANCANG  
BANGUN MEJA UKUR KEDATARAN”**

**LAPORAN PROYEK AKHIR**

**HANIF ADIAL HIDAYAT**

**40040218650054**

**PROGRAM STUDI D IV**

**REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK**

**SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**SEPTEMBER 2023**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**“ANALISA PENGUKURAN KERATAAN MENGGUNAKAN  
ALAT UKUR DIAL INDICATOR DALAM RANCANG  
BANGUN MEJA UKUR KEDATARAN”**

**LAPORAN PROYEK AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan**

**HANIF ADIAL HIDAYAT**

**40040218650054**

**PROGRAM STUDI D IV**

**REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK**

**SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**SEMARANG**

**SEPTEMBER 2023**

## **HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS**

**Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : Hanif Adi Al Hidayat

NIM : 40040218650054

Tanda Tangan :

Tanggal : 15 September 2023



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEKOLAH VOKASI

Jalan Prof. Sudarto, S.H.  
Tembalang, Semarang Kode Pos 50275  
Tel./Faks. (024) 7471379  
www.vokasi.undip.ac.id  
email: vokasi@live.undip.ac.id

## **SURAT TUGAS PROYEK AKHIR** **108/PA/RPM/IX/2022**

Dengan ini diberikan Tugas Akhir untuk mahasiswa berikut:

Nama : Hanif Adi Al Hidayat

Nim : 40040218650054

Program Studi : Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik

Judul Tugas Akhir : ANALISA PENGUKURAN KERATAAN

**MENGGUNAKAN ALAT UKUR DIAL INDICATOR DALAM RANCANG  
BANGUN MEJA UKUR KEDATARAN**

Isi Tugas :

1. Rencanakan Design Kerangka Meja Ukur Kedataran yang diperlukan sehingga memiliki berat yang paling ringan namun memiliki kekuatan yang cukup untuk digunakan.
2. Simulasi Rangka Meja Ukur Kedataran Melalui Solidworks
3. Buatlah Alat Peraga Pengujian Meja Ukur Kedataran.
4. Pengambilan Data Analisa Pengukuran Meja Ukur Dengan Menggunakan Alat Dial Indicator.
5. Buatlah Laporan Lengkap Hasil Design Pembuatan Alat dan Data Pengujian.

Semarang, 21 January 2023

Menyetujui

Ketua Program Studi

Rekayasa Perancangan Mekanik

  
Dr. Seno Darmanto, S.T, M.T.  
NIP.197110301998021001

## HALAMAN PENGESAHAN

Proyek Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Hanif Adi Al Hidayat

NIM : 40040218650054

Program Studi : Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik

Judul Tugas Akhir : ANALISA PENGUKURAN KERATAAN

MENGGUNAKAN ALAT UKUR DIAL INDICATOR DALAM RANCANG

BANGUN MEJA UKUR KEDATARAN

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Pneguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Diploma IV Rekayasa Perancangan Mekanik Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T. ( )

Penguji I : Dr. Seno Darmanto, S.T., M.T. ( )

Penguji II : Susastro, S.T., M.T. ( )

Penguji III : Drs. Juli Mrihardjono, M.T. ( )

Semarang, 15 September 2023

Ketua PSD IV Rekayasa Perancangan  
Mekanik

Sri Utami Handayani, S.T, M.T.

NIP. 197609152003122001

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMI**

---

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hanif Adi Al Hidayat  
NIM : 40040218650054  
Jurusan/Program Studi : D IV Rekayasa Perancangan Mekanik  
Departemen : Teknologi Industri  
Fakultas : Sekolah Vokasi  
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif (None-exclusive Royalty Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : **ANALISA PENGUKURAN KERATAAN MENGGUNAKAN ALAT UKUR DIAL INDICATOR DALAM RANCANG BANGUN MEJA UKUR KEDATARAN** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Semarang  
Pada tanggal : 15 September 2023  
Yang menyatakan,

Hanif Adi Al Hidayat

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT dan sholawat serta salam tetap tercurah pada nabi besar Muhammad SAW. Dengan rahmat dan ridho-Nya akhirnya penulisan laporan tugas akhir yang berjudul “ Analisa Pengukuran Kerataan Menggunakan Alat Ukur Dial Indicator Dalam Rancang Bangun Meja Ukur Kedataran “, dapat terselesaikan.

Tugas akhir sebagai syarat yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan jenjang sarjana terapan. Selain itu pembuatan proyek akhir juga bertujuan untuk mengembangkan wawasan, menambah pengetahuan yang berhubungan dengan perancangan alat dan mengembangkan disiplin ilmu yang diperoleh dibangku kuliah.

Dalam proses penyelesaian laporan ini, banyak pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun secara tidak langsung, secara materi, moral, maupun secara spritual. Untuk itu kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan hormat yang sebesar-besarnya Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan sebaik-baiknya.

1. Ibu Sri Utami Handayani,ST.MT. selaku kepala program studi S.Tr. Rekayasa Perancangan Mekanik Universitas Diponegoro, Semarang.
2. Bapak Dr.Seno Darmanto,ST.MT. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Susastro, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi semangat dalam kegiatan penyusunan proyek akhir.

3. Bapak dan Ibu dosen pengajar mata kuliah program studi sarjan terapan Rekayasa Perancangan Mekanik Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, Semarang.
4. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan dan dorongan secara moral maupu material serta do'a sehingga proyek akhir dapat diselesaikan.
5. Teman – teman seperjuangan Angkatan 2018 yang selalu memberikan dukungan dan berjuang bersama dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih atas saran dan kritik yang diberikan untuk perbaikan dan penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 15 September 2023

Hormat Saya

Hanif Adi Al Hidayat

## **ANALISA PENGUKURAN KERATAAN MENGGUNAKAN ALAT UKUR DIAL INDICATOR DALAM RANCANG BANGUN MEJA UKUR KEDATARAN**

Merancang suatu produk dihasilkan dari pengukuran dengan akurasi yang tinggi dan juga material produk yang digunakan. Agar menghasilkan produk meja ukur kedataran yang optimal dan kuat, dibuatlah design 3 dimensi dari geometri produk tersebut dan dianalisa kekuatan rangka meja dengan bantuan *numerical software*, dari hasil simulasi rangka meja ukur didapatkan nilai tegangan maksimum sebesar 9,924,000N/m<sup>2</sup>. Dapat disimpulkan besar tegangan yang terjadi pada rangka meja ukur lebih kecil dari tegangan ijin material sebesar 206,800,000N/m<sup>2</sup>. Maka desain rangka meja ukur dikatakan aman dan layak fabrikasi, rangkanya sendiri menggunakan bahan *hollow stainless*, untuk pemakaian jangka panjang meja ukur kedataran berbahan dasar batu *granite* merupakan alas tempat meletakkan benda kerja untuk diukur, kedataran meja ukur sangat penting dalam mengukur geometri. Namun datar belum tentu permukaan tersebut rata, demi menghasilkan geometri pengukuran yang presisi maka kerataan permukaan meja datar harus diukur dengan alat ukur yaitu, dial indicator yang mempunyai akurasi 0,01 mm. Dari alat yang kami gunakan untuk mengumpulkan data instrumentasi dan pengukuran prosedur hanya bisa kami sajikan satu alat ukur yaitu dial indicator, dengan menggunakan metode jaring (*grid*) berbentuk garis-garis sehingga memiliki cakupan yang baik terhadap permukaan meja ukur yang akan diukur kerataannya kali ini, hasil rata-rata pengukuran kerataan 0,020143 mm pada permukaan yang tepat adalah menggunakan dial indicator, sehingga pengukuran meja datar yang presisi maka dapat dipastikan geometri pengukuran produk sesuai desain awal dan akurat dengan ukuran desain.

**Kata kunci :** Perancangan, pengukuran, kerataan, dial indicator

## **FLATNESS MEASUREMENT ANALYSIS USING DIAL INDICATOR GAUGES IN SURFACE PLATE DESIGN**

*Design of product results from measurements with high accuracy and also the product material used. In order to produce optimal and strong flatness measuring table products, previously a 3D design was made from product geometry and analyzed frame strength with help of numerical software, from simulation results of measuring table frame obtained a maximum stress value of 9,924,000 N/m<sup>2</sup>. It can be concluded that stress that occurs in measuring table frame is smaller than the material permit voltage of 206,800,000 N/m<sup>2</sup>. So design of measuring table frame is said to be safe and feasible fabrication, the frame itself uses hollow stainless material, for long-term use granite-based flatness measuring table is the basis for laying the workpiece to be measured, flatness of measuring table is very important in measuring geometry. But flat is not necessarily a flat surface, flatness of the flat table surface must be measured by a measuring instrument, namely the dial indicator which has an accuracy of 0.01 mm. From tools we use to collect instrumentation data and measurement procedures, we can only present one measuring instrument, namely the dial indicator, using the grid method in the form of a line so that it has a good surface coverage of the measuring table which will be measured flatness this time, average result of measuring 0.020143 mm flatness on the right surface is to use dial indicator, So that the right flat table measurement can be ensured the product measurement geometry according to initial design and accurate with the design size.*

**Keywords:** *Design, measurements, flatness, dial indicator.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
SURAT TUGAS PROYEK AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ANALISA PENGUKURAN KERATAAN MENGGUNAKAN ALAT UKUR DIAL INDICATOR DALAM RANCANG BANGUN MEJA UKUR KEDATARAN.....	vii
<i>FLATNESS MEASUREMENT ANALYSIS USING DIAL INDICATOR GAUGES IN SURFACE PLATE DESIGN</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Identifikasi Masalah Penelitian .....	2
1.2.1    Rumusan Masalah .....	2
1.2.2    Batasan Masalah.....	2
1.3    Tujuan Penelitian .....	3
1.4    Manfaat Penelitian.....	3

<b>BAB 2.....</b>	<b>4</b>
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1    Kedataran Dan Kerataan.....	4
2.1.1    Pengertian Kedataran dan Kerataan.....	4
2.2    Perancangan.....	5
2.2.1    Pengertian Perancangan .....	5
2.3    Solidworks.....	8
2.3.1    Part .....	9
2.3.2    Assembly .....	9
2.3.3    Drawing.....	9
2.4    Autocollimator.....	10
2.5    Waterpass .....	12
2.5.1    Waterpass Manual .....	12
2.5.2    Waterpass Digital .....	13
2.5.3    Waterpass Auto Level.....	13
2.6    Dial Indicator.....	14
2.7    Meja Ukur Kedataran .....	17
2.7.1    Bahan Baku Meja Ukur Kedataran .....	17
a.    Granite .....	18
b.    Besi Hollow .....	19
c.    Besi UNP.....	19
<b>BAB 3.....</b>	<b>21</b>
3.1    Diagram Alir Penelitian.....	21
3.1.1    Studi Literatur .....	22

3.1.2	Perumusan Masalah.....	22
3.1.3	Pembuatan Model 3D.....	22
3.1.4	Pemilihan Material Kontruksi Meja Ukur Kedataran .....	23
3.1.5	Menentukan Alat dan Bahan.....	23
3.1.6	Perakitan Model Konstruksi Pada Meja Ukur Kedataran.....	23
3.1.7	Analisa dan Simulasi dengan Solidwork.....	23
3.1.8	Stuktur Desain Aman .....	24
3.1.9	Metode Penelitian.....	24
3.1.10	Analisa Mengukur Meja Datar .....	25
3.1.11	Kesesuaian Teori .....	25
3.2	Pembuatan Design dan Fabrikasi .....	25
3.2.1	Menentukan Referensi.....	25
3.2.2	Perancangan Bentuk Model .....	25
a.	Membuat design rangka .....	26
b.	Membuat design plat .....	26
c.	Membuat part adjuster.....	27
d.	Membuat roda penggerak .....	27
e.	Fabrikasi alat .....	28
3.3	Bahan dan Alat Ukur.....	29
3.3.1	Persiapan Bahan .....	29
3.3.2	Persiapan Alat Pengukuran .....	29
3.4	Metode Pengujian Meja Ukur Kedataran.....	29
3.4.1	Memilih Spesifikasi Material.....	29
3.4.2	Menentukan <i>Fix Geometry</i> dan Pembebanan atau <i>Force</i> . .....	30

3.4.3	<i>Meshing</i> .....	31
3.4.4	Running .....	33
3.4.5	Desain Aman .....	34
3.5	Metode Pengujian Kerataan .....	34
3.5.1	Membuat kisi kisi garis .....	34
3.5.2	Melakukan metode pengukuran .....	37
3.5.3	Pengoreksian alat ukur dial indicator .....	38
<b>BAB 4</b>	.....	<b>39</b>
4.1	Hasil Analisa Pada Meja Ukur Kedataran.....	39
4.1.1	Analisa kekuatan rangka meja ukur .....	39
4.1.2	Analisa pengukuran kerataan granite pada meja ukur .....	39
<b>BAB 5</b>	.....	<b>45</b>
5.1	Kesimpulan .....	45
5.2	Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>47</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>48</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1.</b> Software solidworks .....	8
<b>Gambar 2. 2.</b> Alat autocollimator .....	10
<b>Gambar 2. 3.</b> Waterpass.....	12
<b>Gambar 2. 4.</b> Waterpass manual .....	12
<b>Gambar 2. 5.</b> Waterpass digital.....	13
<b>Gambar 2. 6.</b> Waterpass auto level .....	13
<b>Gambar 2. 7.</b> Dial indicator .....	14
<b>Gambar 2. 8.</b> Meja ukur kedataran .....	17
<b>Gambar 2. 9.</b> Granite surface plate .....	18
<b>Gambar 2. 10.</b> Hollow steel.....	19
<b>Gambar 2. 11.</b> Kanal UNP.....	19
<b>Gambar 3. 1.</b> Diagram alir penelitian .....	21
<b>Gambar 3. 2.</b> Design meja ukur kedataran .....	26
<b>Gambar 3. 3.</b> Bagian part rangka hollow stainless .....	26
<b>Gambar 3. 4.</b> Part plat stainless .....	27
<b>Gambar 3. 5.</b> Part adjuster .....	27
<b>Gambar 3. 6.</b> Part wheels.....	28
<b>Gambar 3. 7.</b> Alat setelah fabrikasi .....	28
<b>Gambar 3. 8.</b> Pemilihan material AISI 304 .....	30
<b>Gambar 3. 9.</b> Menentukan fix geometry dan pembebanan.....	31
<b>Gambar 3. 10.</b> Meshing .....	33
<b>Gambar 3. 11.</b> Proses running rangka meja ukur.....	33
<b>Gambar 3. 12.</b> Pembuatan kisi kisi garis .....	35

<b>Gambar 3. 13.</b> Pembuatan garis pada meja ukur .....	36
<b>Gambar 3. 14.</b> Uji kedataran menggunakan waterpass.....	37
<b>Gambar 3 . 15.</b> Pengukuran kerataan.....	38
<b>Gambar 4. 1.</b> Hasil perhitungan menggunakan alat dial indicator .....	43
<b>Gambar 4. 2.</b> Pengambilan data menggunakan alat dial indicator .....	44

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3. 1.</b> Persiapan bahan .....	29
<b>Tabel 3. 2.</b> Persiapan alat pengukuran .....	29
<b>Tabel 4. 1.</b> Nilai yang di dapat dari pengukuran dial indicator .....	40
<b>Tabel 4. 1.</b> Nilai yang di dapat dari pengukuran dial indicator .....	41
<b>Tabel 4. 2.</b> Perhitungan nilai beda tinggi.....	41
<b>Tabel 4. 2.</b> Perhitungan nilai beda tinggi.....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

Proses pembuatan garis pada permukaan meja ukur.....	48
Pengukuran kerataan searah diagonal menggunakan dial indicator.....	48
Meja ukur kedataran berbahan granite .....	49
Ketebalan bahan hollow stainless .....	50
Assembly framework .....	51

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam pembuatan suatu produk manufaktur sering kali menemui kesalahan dimensi hasil produk yang menyebabkan tidak diterimanya suatu produk karena diluar daerah toleransi.

Kualitas dari suatu produk dihasilkan dari pengukuran dengan akurasi yang tinggi dan juga material produk yang digunakan pada saat proses permesinan. Biasanya dalam membuat sebuah produk terlebih dahulu dibuat desain 3 dimensi dari geometri produk tersebut menggunakan *numerical software*. (Renner & Ekárt, 2003).

Dan pada pengukuran produk yang dilakukan maka diperoleh ukuran-ukurannya seperti panjang, lebar, tebal, sudut, kekasaran permukaan, ketegaklurusan dan lain-lain. Pengukuran ketegaklurusan suatu produk adalah antara bidang vertical produk dengan dasar permukaan produk yang diletakkan diatas meja ukur kedataran.

Pada proses pengukuran ketegaklurusan produk yang sering dilakukan adalah membandingkan produk dengan blok siku atau blok sudut maka proses pengukuran yang dilakukan kurang memenuhi untuk mendapatkan hasilnya dan hasil pengukuran tidak dapat langsung diketahui setelah proses pengukuran selesai.

Meja Kedataran sudah sangat lama dikenal dan digunakan sebagai dudukan acuan bagi pengukuran berbasis besaran panjang. Sejumlah lembaga standar telah merumuskan toleransinya seperti JIS, DIN, BS, dan ISO. Pada umumnya standar-standar ini menyampaikan tentang struktur rancangan, kelas kedataran, dan

toleransi yang diizinkan ketika terjadi penyimpangan dari spesifikasi idealnya. Semakin baik kelasnya semakin kecil toleransinya. Namun standar standar ini tidak atau sangat sedikit mengupas tentang metode pengukuran yang disarankan, dan cara-cara melakukan analisis data meja kedataran tersebut (Pusaka, 2012).

## **1.2 Identifikasi Masalah Penelitian**

### 1.2.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah antara lain:

1. Bagaimana merancang bangun meja ukur kedataran yang efisien dan kuat?
2. Bagaimana melakukan analisa pengukuran kerataan menggunakan alat ukur dial indicator?

### 1.2.2 Batasan Masalah

Dalam menghindari suatu kesalahpahaman yang ada pada penulisan dan juga melebarnya ruang lingkup pembahasan, adapun Batasan masalah dalam perancangan ini agar nantinya tercapai tujuan dalam penelitian tersebut adalah :

1. Hanya membahas tentang alat dial indicator dan metode pengukuran meja ukur kedataran
2. Hanya membahas pengukuran kerataan yang menghasilkan pengukuran presisi dan akurat

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui dimensi dari kerangka meja ukur kedataran yang diperlukan sehingga memiliki berat yang ringan namun memiliki kekuatan yang cukup untuk digunakan.
2. Untuk mengetahui alat ukur yang tepat digunakan dalam pengukuran meja ukur kedataran.
3. Untuk mengidentifikasi kerataan pada meja ukur kedataran.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan dan latar belakang yang telah diuraikan diatas, penulis memiliki harapan adanya manfaat – manfaat yang diperoleh sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan tentang cara melakukan pengukuran pada meja ukur kedataran.
2. Menciptakan meja ukur kedataran yang memiliki dimensi dan kekuatan yang efisien.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kedataran Dan Kerataan

##### 2.1.1 Pengertian Kedataran dan Kerataan

Suatu permukaan atau bidang dinyatakan datar bila perubahan jarak tegak lurus dari titik-titik itu terhadap sebuah bidang geometrik yang sejajar permukaannya, bidang geometrik dapat diwakilkan oleh sebuah plat rata (*surface plate*) atau oleh sekumpulan garis-garis lurus yang dapat diperoleh dengan pertolongan suatu pelurus (*straight edge*), pendatar atau sinar cahaya yang dipindah-pindahkan. Namun sejauh ini belum ada metode baru yang lebih baik, sehingga metode pengukuran ini masih terus dipertahankan. Metode untuk mengukurnya dapat dilaksanakan dengan menggunakan alat ukur pendatar, atau alat ukur *Autocolimator* dll (Prasetya et al., 2019).

Namun bidang datar dinyatakan belum tentu rata, Kerataan adalah suatu kondisi yang mendefinisikan kerataan suatu permukaan terlepas dari fitur datum apa pun. Kerataan digunakan untuk memanfaatkan permukaan yang dibutuhkan rata tanpa mengencangkan dimensi lainnya. Nilai toleransi Kerataan selalu kurang dari toleransi dimensi yang terkait dengan fitur bagian. Tidak diperlukan Datum Plane, suatu bidang rata dapat dibuat dengan menggeserkan suatu garis lurus diatas dua buah garis lain yang sejajar (dua garis tepi). Garis lurus tersebut dinamakan sebagai garis pembentuk untuk mengukur kerataan meja datar menggunakan alat ukur dial indicator secara akurasi. Dari metode pengukuran. Kerataan meja datar sangat berpengaruh kepada hasil pengukuran benda kerja. Karena pengukuran dengan alat yang presisi dan ketelitian tinggi pun akan sia-

sia jika kerataan meja datar tidak akurat dan akan berpengaruh kepada geometri produk hasil permesinan. Dengan berkembangnya teknologi pengukuran diharapkan terdapat peningkatan kualitas benda kerja sehingga tercapai geometri pengukuran yang diinginkan.

## **2.2 Perancangan**

### **2.2.1 Pengertian Perancangan**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, pengertian perancangan adalah proses, cara perencanaan. Merancang adalah mengatur segalanya sebelumnya bertindak, melakukan, atau merencanakan. Dalam bahasa Inggris perancangan adalah salah satu arti dalam desain,

Dapat dijelaskan bahwa arti dari kata desain adalah ilmu yang mempelajari tentang sesuatu perencanaan atau perancangan. Biasanya berupa gambar yang nantinya akan membuatnya nyata.

Desain itu sendiri adalah disiplin atau mata pelajaran yang tidak hanya mencakup eksplorasi visual, tetapi terkait dengan dan mencakup aspek-aspek seperti budaya-sosial, filosofis, teknis dan bisnis. Kegiatan tersebut termasuk dalam desain grafis, desain industri, arsitektur, desain interior, desain produk dan profesi lain.

Studi desain secara luas bisa dipersempit sebagai penekanan di bentuk serta fungsi alasan, kebutuhan, maksud serta tujuan penggunaan dan implikasinya membentuk. dengan lebih memahami fungsi bentuk (*form*) kita lebih tahu bagaimana bentuk bisa menghubungkan kita dengan orang lain.

Bentuk memiliki banyak arti, sebagian besar arti tadi berakar dari istilah latin, forma yang berasal dari bahasa Yunani yang berarti bentuk, struktur, gagasan. pada hakekatnya bentuk merupakan kombinasi dari elemen visual dasar yaitu ukuran, warna serta tekstur dan lebih dari sekedar bentuk. pada desain komunikasi visual tidak hanya berfungsi secara mekanis namun mempunyai fungsi lain yaitu menginspirasi, menginformasikan serta menggerakkan kita untuk bertindak.

Secara umum, proses desain dibagi menjadi beberapa bagian tahapan, yaitu konsep, media, ide, data, visualisasi dan produksi. Untuk tahapan dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Konsep

Konsep adalah hasil karya berupa pemikiran yang menentukan tujuan, kelayakan dan target audiens. Konsep bisa didapat dari pihak non-grafis, antara lain: ekonomi, politik, hukum, budaya, dan sebagainya ingin menerjemahkan ke dalam bentuk visual. Oleh karena itu desain grafis menjadi desain komunikasi visual karena dapat berfungsi untuk membantu pihak membutuhkan solusi visual.

b. Media

Untuk mencapai kriteria sasaran/segmen yang dituju, diperlukan kajian media yang tepat dan efektif untuk mencapai tujuannya, media dapat dalam bentuk cetak, elektronik, outdoor dan sebagainya.

c. Idea

Untuk menemukan ide kreatif diperlukan, studi banding, literatur, wawasan yang luas, diskusi dan wawancara agar desain dapat diterima secara efektif oleh audiens dan membangkitkan kesan tertentu yang sulit untuk dilupakan.

d. Data

Data berupa teks atau gambar harus terlebih dahulu disortir dan diseleksi. Apakah data tersebut penting sehingga harus muncul atau kurang penting sehingga ditampilkan lebih kecil, atau semua dibuang sama sekali. Data bisa jadi data data yang informatif atau estetis. Data yang informatif dapat berupa foto atau teks dan judul. Data estetis dapat berupa frame, background, efek grafik garis atau bidang. Tugas desainer adalah untuk menggabungkan data informatif dan data estetika menjadi satu kesatuan yang utuh.

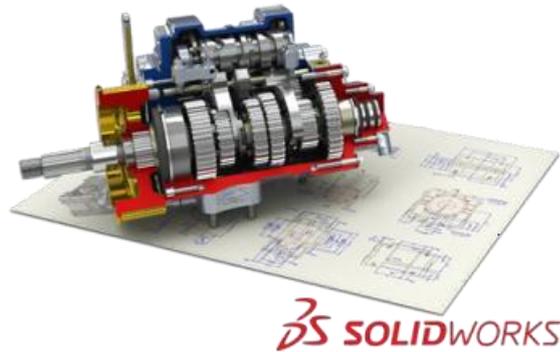
e. Visualisasi

Pada tahap visualisasi terdapat penggabungan komponen desain dan prinsip desain komponen. Komponen desain terdiri dari garis, bentuk, ilustrasi, warna, teks, dan ruang. Sedangkan prinsip desain terdiri dari keseimbangan, ritme, skala, fokus dan kesatuan. Jika Anda dapat menggabungkan dengan benar maka akan menghasilkan visualisasi yang diinginkan.

f. Produksi

Setelah desain selesai, desain terlebih dahulu harus di *proofing* (pratinjau sebelum dicetak). Jika warna dan komponen grafis lainnya hilang tidak ada error, maka desain Anda siap untuk diproduksi.

### 2.3 Solidworks



**Gambar 2. 1.** Software solidworks

*Solidworks* adalah salah satu perangkat lunak CAD (*numerical software*) yang dibuat oleh *Dassault Systemes* yang digunakan untuk merancang bagian-bagian pemesinan atau susunan bagian-bagian pemesinan dalam bentuk perakitan dengan tampilan 3D untuk mewakili bagian-bagian sebelum bagian nyata dibuat atau tampilan 2D (gambar) untuk pemesinan gambar proses. SolidWorks diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing program CAD seperti Pro/ENGINEER, *Siemens NX*, I-Deas, *Unigraphics*, *Autodesk Inventor*, *Autodesk AutoCAD* dan *CATIA*. dengan harga yang lebih rendah. *Solidworks Corporation* didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, merekrut tim insinyur untuk membangun perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D, dengan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, dan merilis produk pertamanya, *Solidworks 95*, pada tahun 1995. Pada tahun 1997 *Dassault Systèmes*, yang terkenal dengan *software CATIA CAD*, mengakuisisi perusahaan dan saat ini memiliki 100% saham *solidworks*. *Solidworks* dipimpin oleh John McEleney dari 2001 hingga Juli 2007, dan sekarang dipimpin oleh Jeff Ray. Saat ini, banyak industri manufaktur yang sudah menggunakan *software* ini, menurut informasi WIKI. *Solidworks* saat ini digunakan oleh lebih dari 3/4 juta insinyur dan desainer di lebih

dari 80.000 perusahaan di seluruh dunia. Untuk pemodelan di industri pengecoran logam dalam hal pembuatan pola, program 3D seperti ini sangat membantu karena akan memudahkan operator pola untuk menerjemahkan gambar menjadi pola / model pengecoran logam dan tentunya akan mengurangi kesalahan pembacaan gambar yang dapat mengakibatkan ke bentuk yang salah. Untuk industri permesinan, selain menghasilkan gambar kerja untuk pemesinan manual, hasil geometrik dapat langsung diolah kembali dengan program CAM seperti MASTERCAM, SOLIDCAM, VISUALMILL dan lain-lain. *Numerical software* menyediakan 3 templates utama yaitu:

#### 2.3.1 Part

Part adalah objek 3D yang terbentuk dari fitur. Sebuah bagian bisa menjadi komponen dalam perakitan, dan itu juga bisa menjadi digambarkan dalam bentuk 2D pada gambar. Fitur adalah formasi dan operasi yang membentuk bagian tersebut. Fitur dasar adalah fitur yang pertama kali dibuat. Ekstensi file untuk bagian adalah SLDPRT.

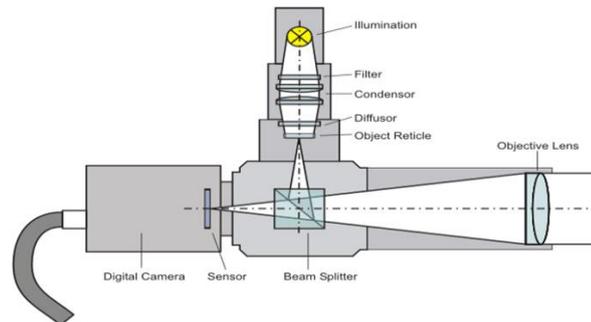
#### 2.3.2 Assembly

Assembly adalah dokumen di mana bagian, fitur, dan perakitan lainnya (Sub Assembly) dipasangkan/digabungkan. Ekstensi file untuk Assembly adalah .SLDASM.

#### 2.3.3 Drawing

Drawing adalah tempat yang digunakan untuk membuat gambar kerja Teknik 2D/3D Menggambar dari satu komponen (bagian) atau rakitan yang sudah dibuat. Ekstensi file untuk Drawing adalah .SLDDRW.

## 2.4 Autocollimator



**Gambar 2. 2.** Alat autocollimator

*Autocollimator* merupakan alat ukur proyek seberkas cahaya collimated. Reflektor eksternal mencerminkan seluruh atau sebagian dari balok kembali ke instrumen dimana balok difokuskan dan dideteksi oleh sebuah photodetektor. autocollimator mengukur deviasi antara balok balok yang dipancarkan dan dipantulkan. Karena autocollimator menggunakan cahaya untuk mengukur sudut, itu tidak pernah datang ke dalam kontak dengan permukaan uji.

*Autocollimator* berfungsi dengan memancarkan sinar cahaya paralel horizontal sempurna ke objek reflektif, seperti cermin. Setelah memantulkan objek, cahaya kembali ke optik internal instrumen. Setiap penyimpangan dari posisi paralel sempurna ditampilkan pada skala yang telah ditentukan di dalam autokolimitor. Skala biasanya diukur dalam detik busur — juga disebut sebagai jarak sudut — untuk menentukan jumlah kesalahan di cermin.

Kegunaan yang menggunakan *autocollimator* sangat beragam. Perusahaan manufaktur serat optik menggunakan instrumen ini untuk memastikan bahwa panjang optik benar-benar lurus untuk operasi terbaik. Sistem laser perataan, seperti yang digunakan untuk membuat jalan beton yang mulus, menggunakan kolimator otomatis untuk mengkalibrasi bidang sinar laser. Selain itu, lini produksi

dengan kebutuhan penyelarasan yang ketat, seperti di industri kedirgantaraan, menggunakan kolimator otomatis untuk menyusun mesin dan caral produksi akhir.

*Autocollimator* visual bergantung pada mata manusia untuk menentukan kesalahan sudut. Alat ini dilengkapi dengan lensa okuler. Setelah permukaan reflektif dan autocolimator dipasang saling berhadapan, orang tersebut melihat berkas cahaya yang dipantulkan melintasi skala instrumen melalui lensa okuler. Setiap kesalahan sudut yang di luar toleransi untuk permukaan reflektif itu harus disesuaikan, orang tersebut dapat memodifikasi sudut permukaan dibandingkan dengan autocolimator untuk mengurangi kesalahan sudut. Proses kalibrasi ini berlanjut sampai kesalahan visual dapat diterima untuk permukaan reflektif tertentu.

*Autocollimator* digital berfungsi dengan cara yang sama seperti instrumen visual, namun perangkat memiliki foto detektor internal untuk merasakan kesalahan sudut daripada mengandalkan mata manusia. Kesalahan secara elektronik diubah menjadi nilai visual pada layar kristal cair (LCD). Teknisi atau pekerja perbaikan dapat memodifikasi kesalahan dan menjalankan *autocollimator* lagi untuk memastikan keselarasan yang tepat.

Manfaat utama *autocollimator* digital adalah penyimpanan data dan ketertelusuran. Selain itu, interpretasi kesalahan visual dapat sangat bervariasi, berdasarkan penglihatan dan sudut pandang orang tersebut. Interpretasi kesalahan digital bergantung pada elektronik presisi tanpa perbedaan interpretasi. Akibatnya, industri presisi tinggi dapat membuktikan bahwa mesin mereka sesuai dengan spesifikasi, terutama jika akurasi dipertanyakan karena cacat atau kegagalan produk.

## 2.5 Waterpass



**Gambar 2. 3.** Waterpass

Waterpass (menyipat datar) adalah suatu alat ukur teropong dengan dilengkapi nivo dan sumbu mekanis tegak sehingga teropong dapat berputar ke arah horizontal, waterpass dapat membantu mengetahui kedataran meja ukur sebelum melakukan metode pengujian kerataan. Alat ini tergolong alat penyipat datar kaki tiga atau Tripod level, karena alat ini digunakan harus dipasang diatas kaki tiga atau statif.

### 2.5.1 Waterpass Manual



**Gambar 2. 4.** Waterpass manual

Waterpass manual adalah tipe yang paling sederhana. Cara menggunakannya hanya dengan meletakkan waterpass pada area yang ingin di ukur, kemudian lihat air gelembung apakah sudah sejajar atau belum pada dua garis baik vertikal atau horizontal. Adapun di pasaran waterpass terbagi lagi menjadi dua, yaitu waterpass manual non magnet dan waterpass manual magnet. Kelebihan waterpass manual magnet apabila digunakan pada media berlogam, maka waterpass tidak perlu di pegang.

### 2.5.2 Waterpass Digital



**Gambar 2. 5.** Waterpass digital

Adalah waterpass yang biasa disebut dengan Leveling Laser karena saat digunakan harus menembakkan laser pada area yang ingin di ukur. Pada waterpass digital terdapat berbagai fitur yang bisa digunakan sekaligus sehingga disebut alat 4 in 1.

### 2.5.3 Waterpass Auto Level



**Gambar 2. 6.** Waterpass auto level

Waterpass ini memiliki fungsi yang sama seperti kedua waterpass sebelumnya, hanya saja penggunaannya lebih khusus seperti mengukur jalan, jembatan, atau proyek yang memerlukan survey pemetaan (elevasi) terutama pada proyek pembangunan maupun pengembangan jalan. Pada proses penggunaannya

waterpass dilengkapi dengan rambu ukur, kaki tiga (static), payung, penggunaan K3, unting-unting, roll meter, pilok, paku, palu dan alat tulis.

## 2.6 Dial Indicator



**Gambar 2. 7.** Dial indicator  
(Dana, 2015)

Dial indicator merupakan alat ukur untuk mengukur sudut dan kerataan dengan jarak terbatas yang sangat akurat. Pergerakan pengukuran linear dikonversikan dari transformasi mekanisme ke gerakan putar pointer indicator. Bagian mekanisme dial indicator adalah gear, sebuah batang, dan pegas (Dana et al., 2015).

Dengan menggunakan jam ukur maka bisa diketahui besarnya penyimpangan dari kelurusan suatu permukaan yang dapat membantu mengetahui kerataan suatu permukaan meja ukur. Karena setiap perubahan jarak yang dialami oleh sensor jauh akan ditunjukkan oleh jam penunjuk jam ukur tersebut. Pemeriksaan kelurusan dengan jam ukur ini bisa digunakan untuk melihat kelurusan dalam arah horizontal (penyimpangan ke kiri atau ke kanan) dan kelurusan dalam arah vertikal

(penyimpangan ke atas atau ke bawah) (Munadi, 2010).

Cara pengukurannya adalah meletakkan dial indicator dengan tiang penyangganya yang rigid dan dipastikan untuk tidak berubah ketinggian dan posisinya saat melakukan variasi pengukuran. Tentukan titik pengukuran menjadi pembanding. Pada titik-titik itulah nanti dapat digambarkan besarnya penyimpangan yang terjadi. Dengan menghitung banyaknya titik ukur:

$$J_{\max} = h = (m+1) \times (n+1)$$

Dimana:

$h$  = Titik ukur

$m$  = Ruas searah sumbu x

$n$  = Ruas searah sumbu y

Dan banyaknya ruas yang di ukur:

$$i_{\max} = g$$

Dimana:

$g$  = Gradien

Menentukan titik tengah pada ruas dapat juga di hitung dengan rumus:

$$d = \frac{s\sqrt{2}}{2}$$

Dimana  $d$  = Diagonal

$s$  = Sisi

Jika sudah mendapatkan banyak titik ukur dan banyak ruas maka selanjutnya mencari nilai beda tinggi dihitung dengan rumus:

$$d_i = g_i \times l$$

Dimana:

$$d_i = \text{Nilai beda tinggi}$$

$$g_i = \text{Nilai yang didapat dari alat ukur}$$

$$l = \text{Panjang langkah pengukuran}$$

- Masukkan nilai-nilai  $d_1$  ke dalam matrix  $d = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_p \end{bmatrix}$ .

$$d_1 = h_1 - h_2$$

$$d_2 = h_2 - h_3$$

$$d_3 = h_4 - h_5$$

$$d_4 = h_5 - h_6$$

$$d_5 = h_7 - h_8$$

$$d_6 = h_8 - h_9$$

$$d_7 = h_{10} - h_{11}$$

$$d_8 = h_{11} - h_{12}$$

Namun, persamaan di atas tidak dapat dipecahkan karena matriks bersifat singular sehingga tidak dapat diinversi. Secara fisik dapat diterangkan bahwa suatu himpunan bilangan  $d_i$  dapat dihubungkan dengan lebih dari satu kemungkinan himpunan bilangan  $g_j$ ; atau, himpunan bilangan  $g_j$  bersifat “mengambang”.

## 2.7 Meja Ukur Kedataran



**Gambar 2. 8.** Meja ukur kedataran  
(Luthra, 2003)

Selain alat ukur, salah satu faktor yang membuat pengukuran presisi adalah meja datar. Meja datar merupakan alas tempat meletakkan benda kerja untuk diukur kedataran, meja datar merupakan faktor penting dalam mengukur geometri. Biasanya untuk pemakaian jangka panjang, meja datar berbahan dasar batu granit yang dilapisi oli diatas permukaannya agar saat terjadi gesekan dengan benda kerja tidak terjadi aus pada meja datar.

Kualitas dari suatu produk dihasilkan dari pengukuran dengan akurasi yang tinggi dan juga material produk yang digunakan pada saat proses permesinan. Biasanya dalam membuat sebuah produk terlebih dahulu dibuat desain 3 dimensi dari geometri produk tersebut menggunakan *numerical software*.

### 2.7.1 Bahan Baku Meja Ukur Kedataran

Bahan baku meja datar dapat menentukan masa pakai meja datar tersebut. Meja datar biasanya dipakai meja datar biasanya dipakai terus menerus dalam hal

pengukuran. Akibatnya meja datar dapat mengalami aus yang berdampak pada akurasi pengukuran diatas meja datar.

a. Granite



**Gambar 2. 9.** Granite surface plate  
(Mitutoyo, 2020)

Bahan baku yang paling tepat untuk meja datar adalah granit, meskipun tidak jarang dijumpai meja datar dengan besi cor. Kelebihan granit dibanding dengan besi cor adalah lebih keras 2 kali lipat dibanding besi, ketika temperatur berubah, dimensi meja granit tidak banyak berubah, tidak berbunyi saat bergesekan dengan benda kerja-alat ukur, tidak masalah jika menggunakan material magnetic, umur yang panjang sehingga biaya peralatan kecil.

b. Besi Hollow



**Gambar 2. 10.** *Hollow steel*

Istilah *hollow* berasal dari bahasa Inggris yang berarti “berongga”. Banyak yang belum mengetahui bahwa nama asli besi ini adalah besi HSS atau *hollow structural sections*. Nama ini mengacu pada pipa baja las berkekuatan tinggi yang digunakan sebagai elemen struktural pada bangunan dan struktur lainnya serta berbagai produk manufaktur. Di Indonesia sendiri terdapat beberapa penyebutan untuk material ini yaitu seperti besi kotak, pipa besi kotak, holo, dan pipa besi.

c. Besi UNP



**Gambar 2. 11.** Kanal UNP

Besi UNP atau kanal U adalah satu dari dua jenis besi kanal. Besi kanal sendiri terbagi menjadi dua jenis: UNP dan CNP. Besi CNP sendiri merupakan varian besi kanal yang memiliki bentuk yang serupa dengan huruf 'C', yang membuat besi ini disebut CNP. Sementara itu, besi kanal UNP memiliki bentuk yang serupa dengan huruf U.

Kedua varian besi baja tersebut sudah sering ditemukan dalam konstruksi besi sebuah bangunan. Walaupun berasal dari jenis besi baja yang sama, kedua besi memiliki fungsi dan karakteristik yang berbeda-beda.

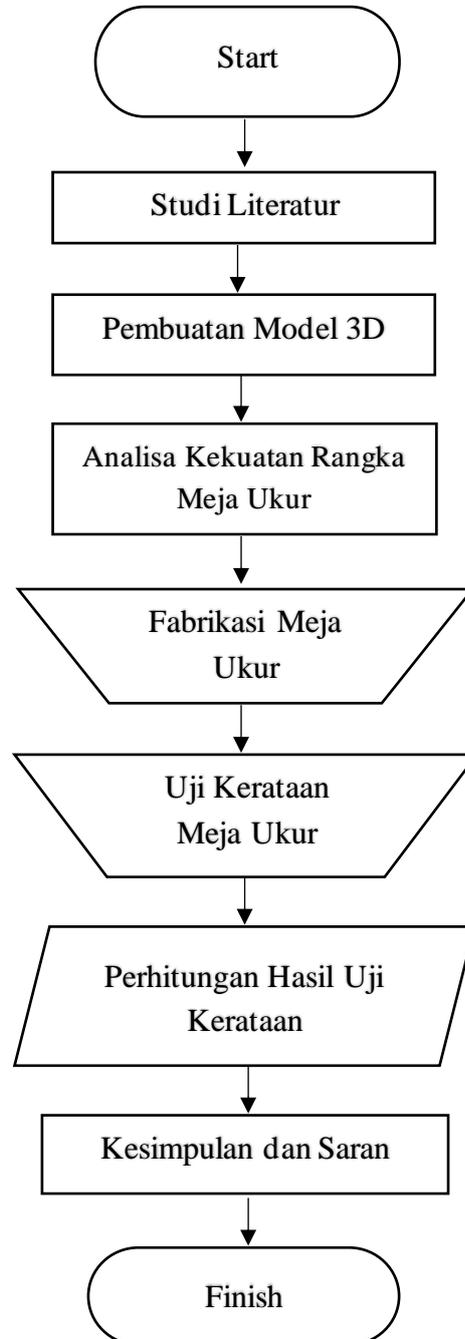
Besi kanal CNP, misalnya, adalah besi yang lebih sering digunakan dalam bidang otomotif, konstruksi sebagai rangka atap, dan juga bidang industri. Besi baja UNP, sementara itu, walaupun juga dapat digunakan dalam bidang konstruksi, memiliki fungsi dan kegunaan yang berbeda. Berikut adalah penjelasan kegunaan besi UNP.

kekuatan besi UNP yang dianggap tangguh dengan kualitas baja yang diakui sangat kokoh. Pantas saja jika besi UNP ini menjadi salah satu material konstruksi yang banyak digunakan, baik itu untuk pembangunan rumah, gedung pencakar langit, hingga konstruksi bak mobil pick up atau truk.

# BAB 3

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3. 1.** Diagram alir penelitian

Proses dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini melalui beberapa tahapan sesuai dengan diagram alir, yaitu sebagai berikut:

### 3.1.1 Studi Literatur

Studi literatur ini meliputi kegiatan mencari dan mempelajari bahan pustaka dan sumber terkait dengan struktur meja ukur kedataran, bahan, komponen, dan metode pengukuran. Studi literatur ini diperoleh dari berbagai sumber termasuk buku/ text book, publikasi ilmiah, tugas akhir dan penelitian terkait serta media internet. Pengamatan termasuk dimensi meja ukur kedataran dan komponennya.

### 3.1.2 Perumusan Masalah

Setelah melakukan studi literatur, banyak informasi diperoleh. Dengan informasi yang telah diperoleh, muncul masalah, maka masalah dirumuskan, yaitu bagaimana melakukan pengukuran kerataan dengan menggunakan alat ukur dial indicator. Rumusan masalah sudah ada akan diawali dengan tujuan penelitian dan kesimpulan dari hasil analisis pengukuran kerataan menggunakan alat ukur dial indicator.

### 3.1.3 Pembuatan Model 3D

Setelah mengetahui dimensi dan komponen pendukungnya, komponen - komponen meja ukur kedataran, maka pada tahap ini dibuat desainnya gambar teknik menggunakan *numerical software*. Pemodelan dapat mengatasi kesulitan dalam membuat desain produk. Desain yang baik akan mempengaruhi hasil produksi dan daya jual mesin itu sendiri dalam dunia bisnis dan teknologi. Pemodelan disini menggunakan bantuan *numerical software*.

#### 3.1.4 Pemilihan Material Kontruksi Meja Ukur Kedataran

Pada tahap ini, dilakukan pemilihan bahan untuk pembuatan rangka meja ukur kedataran. Tahap selanjutnya mengidentifikasi gaya-gaya yang terjadi pada meja ukur kedataran, sehingga kita mendapatkan rangka meja ukur kedataran yang benar-benar kuat dan aman dalam pengoperasiannya.

#### 3.1.5 Menentukan Alat dan Bahan

Setelah melakukan studi literatur dan perumusan masalah, banyak informasi diperoleh. Lalu menentukan alat dan bahan apa saja yang layak untuk membuat meja ukur kedataran dan alat ingin digunakan pada pengukuran kali ini.

#### 3.1.6 Perakitan Model Konstruksi Pada Meja Ukur Kedataran

Setelah pemodelan semua komponen selesai maka dilakukan perakitan komponen atau proses *assembly*, sehingga menjadi bentuk dan dimensi meja ukur kedataran seperti yang diinginkan dengan menggunakan bantuan *numerical software*. lalu Langkah Langkah selanjutnya adalah menganalisa tegangan dengan bantuan *numerical software*.

#### 3.1.7 Analisa dan Simulasi Rangka Meja

Pada tahap ini dilakukan Analisa pada struktur meja ukur kedataran, yaitu dilakukan perhitungan gaya yang bekerja pada meja mesin serta perhitungan perencanaan konstruksi sebagai bahan verifikasi untuk hasil simulasi tegangan static.

Setelah mengetahui parameter yang digunakan untuk simulasi secara numerik, kemudian simulasi numerik dilakukan secara statis dengan beban yang telah ditentukan bentuk fix dan *meshing* standar, menggunakan *finite element analysis* (metode elemen hingga). Penentuan beban dan *meshing* harus dirinci dan

convergen dengan hasil perhitungan manual dengan perbedaan minimal tidak melebihi 5%.

### 3.1.8 Stuktur Desain Aman

Desain dikatakan aman jika hasil tegangan pada analisis simulasi dengan Solidwork. tegangan yang terjadi tidak melebihi tegangan yang di ijinan pada material AISI 304 atau *Stainles Steel* yang akan digunakan dalam proses desain meja ukur kedataran

Keamanan desain konstruksi meja ukur kedataran ini di dipengaruhi oleh beberapa faktor dan parameter, seperti pemilihan material, input data material, jenis material, bentuk geometri, dimensi komponen, proses *assembly* dan banyak faktor – faktor lain yang ada dalam proses desain konstruksi meja.

### 3.1.9 Metode Penelitian

Pada tahap ini dilakukan dilakukan lah beberapa metode pengukuran, menggunakan alat dial indicator.

- Untuk prinsip kerja dari dial indicator adalah pergerakan *spindle* naik dan turun yang selanjutnya dikonversikan pada pembacaan skala jarum (*pointer*) yang berputar. Dial gauge dapat mengukur hingga pembacaan 0,01 mm.

Cara membaca dial gauge mekanik :

Pertama, perhatikan arah gerak jarum. Bernilai negatif jika berlawanan arah jarum jam dan bernilai positif jika searah dengan jarum jam. Selanjutnya, setiap strip angka pada skala besar yang dilalui oleh jarum panjang harus dikali dengan 0,01 mm (skala peningkatan yang tertera pada dial). Misalnya, jarum panjang menunjukkan angka 20, maka  $20 \times 0,01 \text{ mm} = 0,2 \text{ mm}$ .

Sedangkan setiap strip angka pada skala kecil yang dilalui oleh jarum pendek bernilai 1 mm. Misalnya, jarum pendek menunjukkan angka 3 saat pengukuran, yang berarti jarum panjang sudah berputar sebanyak 3 kali, maka  $3 \times 1 \text{ mm} = 3 \text{ mm}$ . Setelah pengukuran selesai, nilai jarum panjang dijumlahkan dengan nilai jarum pendek. Maka  $3 \text{ mm} + 0,2 \text{ mm} = 3,02 \text{ mm}$ .

#### 3.1.10 Analisa Mengukur Meja Datar

Pada tahap ini dilakukan perhitungan setelah melakukan pengukuran, selanjutnya menganalisa data yang sudah diambil dan dicatat lalu bandingkan manakah metode yang menghasilkan akurasi dan presisi terbaik.

#### 3.1.11 Kesesuaian Teori

Setelah menganalisa data pengukuran yang telah diambil lalu menyesuaikan dengan teori.

### **3.2 Pembuatan Design dan Fabrikasi**

Proses dan tahapan pembuatan model rangka meja ukur sebagai berikut :

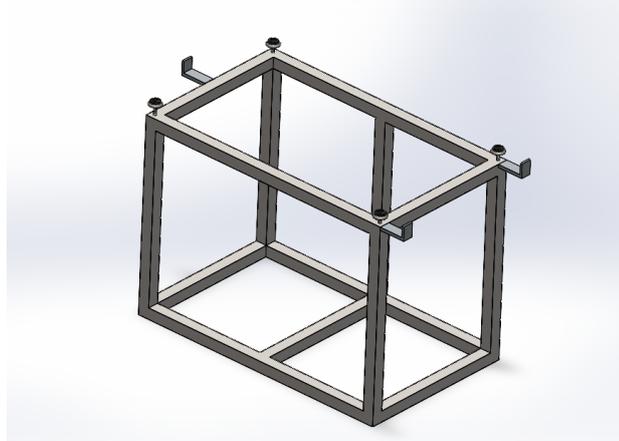
#### 3.2.1 Menentukan Referensi

Dalam tahapan pertama ini, sebelum melakukan perancangan terlebih dahulu mencari beberapa referensi dan penelitian terdahulu yang dapat membantu proses perancangan dan pembuatan model meja khususnya dengan menggunakan *numerical software*. Salah satu meja ukur kedataran yang dijadikan referensi yaitu *granite surface plate table*.

#### 3.2.2 Perancangan Bentuk Model

Setelah menemukan beberapa referensi perancangan model, pada tahapan ini dilakukan perancangan bentuk yang akan di buat sesuai dengan beberapa

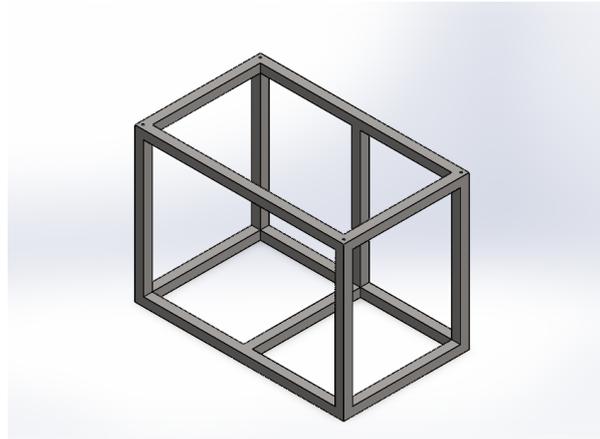
referensi yang telah di dapatkan. Sehingga proses masih sesuai dengan beberapa referensi yang ada.



**Gambar 3. 2.** Design meja ukur kedataran  
(Dokumen pribadi)

a. Membuat design rangka

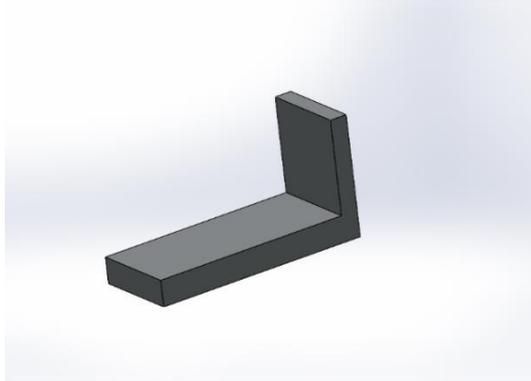
Rangka ini adalah part terpenting dari meja ukur kedataran, sehingga pembuatan design rangka model ini sangat cocok menggunakan bahan *hollow stainless AISI 304* dengan panjang 1200mm x lebar 600mm x tinggi 700mm.



**Gambar 3. 3.** Bagian part rangka *hollow stainless*  
(Dokumen pribadi)

b. Membuat design plat

Design part plat ini berbahan *stainless steel* dengan tebal 0,21mm, fungsi dari plat ini sendiri untuk pembatas *surface granite* agar tidak terjatuh.



**Gambar 3. 4.** Part plat stainless  
(Dokumen pribadi)

c. Membuat part adjuster

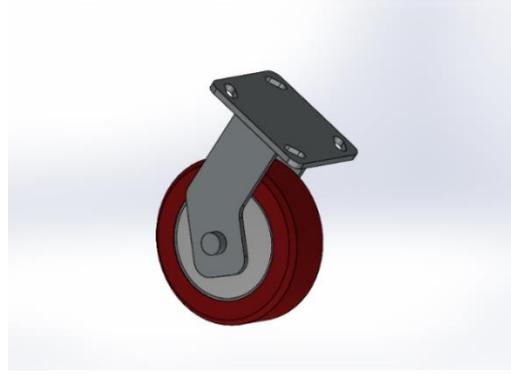
Part adjuster bagian paling penting dan harus kuat karena fungsi dari part ini untuk menopang beban *granite* sekaligus untuk mengatur ketinggian kedataran, maka dari itu bahan dan panjang *adjuster* harus diperhatikan tepat, diatas nya dilengkapi dengan karet jika menyangga meja dibagian bawah tidak tergores karena sifat karet keset jika bergesekan dengan benda licin.



**Gambar 3. 5.** Part *adjuster*  
(Dokumen pribadi)

d. Membuat roda penggerak

Roda penggerak atau *wheels* terletak pada bagian bawah rangka dengan fungsi penggerak agar meja ukur dengan berat lebih dari 100kg dapat dipindah pindah kan ke suatu tempat yang diinginkan.



**Gambar 3. 6.** Part *wheels*  
(Dokumen pribadi)

e. Fabrikasi alat

Setelah pembuatan design melalui *numerical software*, bahan *hollow stainless* dipotong berdasarkan kebutuhan ukuran, lalu rangka di rancang menggunakan las SMAW dan membuat lubang ulir untuk part adjuster, tahap terakhir finishing sekaligus penempatan granite di atasnya yang sudah dipasangi wheels dibagian bawah rangka.



**Gambar 3. 7.** Alat setelah fabrikasi  
(Dokumen pribadi)

### 3.3 Bahan dan Alat Ukur

#### 3.3.1 Persiapan Bahan

**Tabel 3. 1.** Persiapan bahan

No	Part	Ukuran	Keterangan
1	Besi Hollow	1210 mm x 610 mm x 700 mm	- Sebagai Kerangka Meja Ukur
2	Granite	1200 mm x 600 mm x 60 mm	- Sebagai Permukaan Alas Meja Ukur
3	Roda Penggerak	-	- Sebagai Roda Penggerak/Pemindah
4	Pelat Stainless	100 mm	- Sebagai Penyangga Sisi Granite
5	Adjustable Jack	25 mm	- Sebagai Pengatur Ketinggian Penyangga Granite

#### 3.3.2 Persiapan Alat Pengukuran

**Tabel 3. 2.** Persiapan alat pengukuran

No	Alat Ukur	Kecermatan	Satuan
1	Dial Indicator	0.01	mm

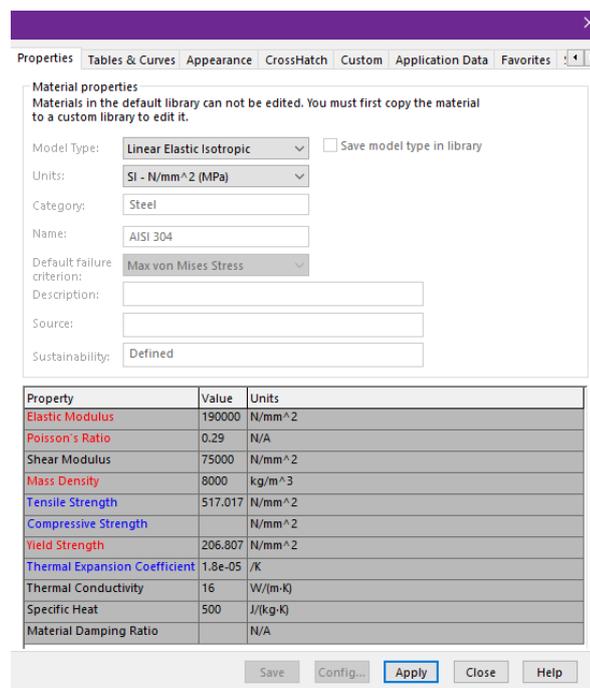
### 3.4 Metode Pengujian Meja Ukur Kedataran

Pengujian alat meja ukur kedataran merupakan analisis kekuatan rangka meja ukur itu sendiri menggunakan bantuan software *numeric*, supaya mendapatkan hasil meja ukur yang kuat dan optimal hal ini dilakukan sebelum proses fabrikasi.

#### 3.4.1 Memilih Spesifikasi Material

Pemilihan spesifikasi material dipilih di katalog *material* yang tersedia, Pada katalog yang ada didalam *numerical software* semua sudah menggunakan material dengan standar internasional. Seperti material ASTM, JIS, AISI, ASME

dan masih banyak material lain yang dapat dijadikan simulasi untuk melakukan proses desain konstruksi. Karena bahan material AISI 304 ini juga mudah dicari dan ditemukan dipasaran dengan harga yang cukup terjangkau. Pemilihan material dapat ditunjukkan pada Gambar 3. 8.



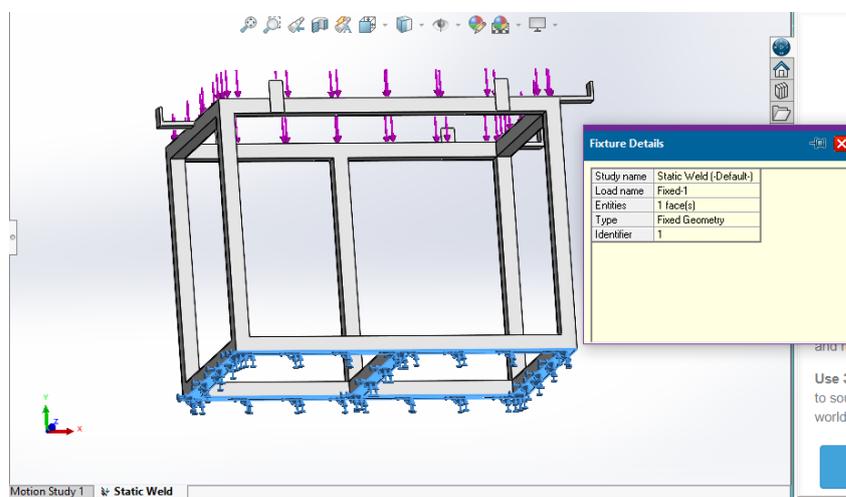
**Gambar 3. 8.** Pemilihan material AISI 304  
(Dokumen pribadi)

#### 3.4.2 Menentukan *Fix Geometry* dan Pembebanan atau *Force*.

Pada *numerical software* ada beberapa tumpuan yang sering digunakan adalah *fix geometry*, *roller/sliding* dan *fixed hinge*.

*Fixed geometry* berarti bagian permukaan yang diberikan batasan (*boundry condition*) akan tetap tempatnya dalam penerapannya bisa juga misalnya sebagai dilas. *Roller/sliding* berarti dapat bergeser pada dua sumbu dan berputar pada satu sumbu. *Boundary condition* pada rangka bawah adalah tumpuan rangka yang dibebani *granite*. Sehingga dapat diasumsikan sebagai *fixed geometry* pada bagian bawah rangka seperti gambar warna biru ditunjukkan pada Gambar 3.9.

Pada proses ini dilakukan simulasi dengan pembebanan (*force*) yang terjadi pada bagian rangka meja ukur yaitu dengan memberikan pembebanan gaya distribusi pada daerah tertentu. Besar, arah dan posisi pembebanan perlu diperhatikan agar hasil simulasi menjadi semakin nyata dan akurat. Pada *numerical software* terdapat berbagai jenis pembebanan disimpulkan dengan tanda panah berwarna ungu. Gaya pembebanan akan menyebabkan tegangan (*stress*). Untuk detail proses pembebanan di bagian part dapat dilihat pada Gambar 3. 9.

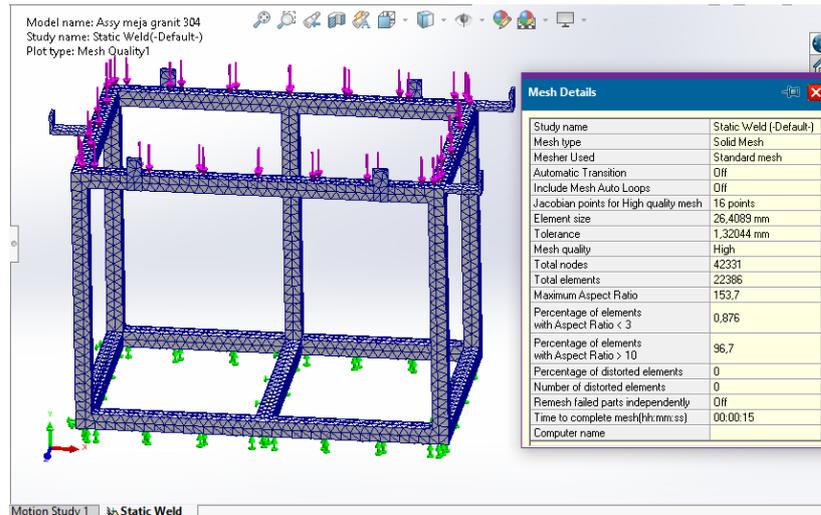


**Gambar 3. 9.** Menentukan *fix geometry* dan pembebanan (Dokumen pribadi)

### 3.4.3 Meshing

*Meshing* menentukan area mana yang didetailkan. Supaya nanti di area tersebut bisa diketahui lebih detail pengaruh tegangan yang ditimbulkan. *Meshing* adalah proses pembagian body menjadi elemen yang lebih kecil. Proses ini sangat mempengaruhi hasil dari simulasi. Untuk itu meshing harus dilakukan dengan jenis dan jumlah elemen yang sesuai. Pada *numerical software* terdapat beberapa jenis *mesh* yaitu *solid mesh*, *shell mesh* dan *beam mesh*. Pemilihan jenis *mesh* ini tergantung pada tingkat ketelitian yang diinginkan. Misalnya, pelat dapat dianalisis dengan *solid mesh* atau dengan *shell mesh*. Dengan *solid mesh*, elemen yang

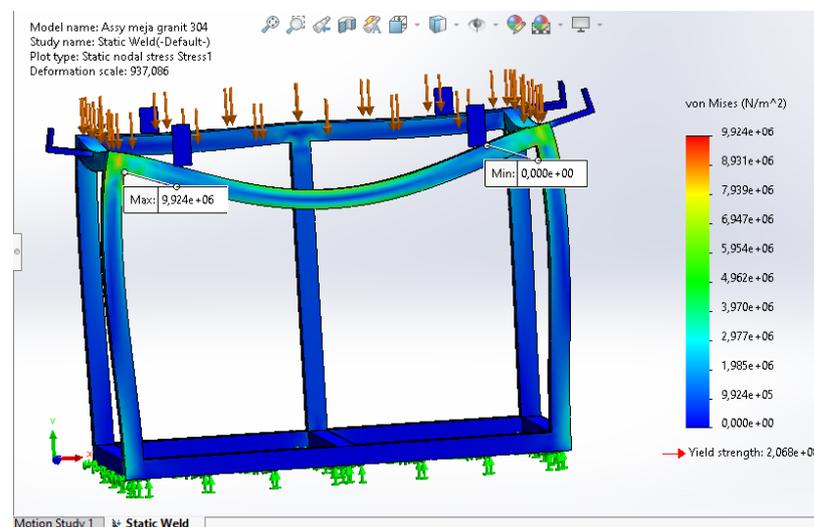
dihasilkan akan semakin banyak dan hasil lebih teliti. Sedangkan dengan *shell mesh*, elemen yang dihasilkan lebih sedikit sehingga perhitungannya lebih cepat dengan hasil kurang teliti tapi hasilnya tidak jauh berbeda. Untuk meningkatkan kualitas *mesh*, ada juga parameter yang dapat digunakan untuk mengatur *meshing*. Yang pertama adalah *standart mesh*, yaitu *mesh* yang dibuat berdasarkan geometri seluruh *body*. Ukuran *mesh* dapat diatur menjadi tiga tingkatan, yaitu *coarse*, *normal*, dan *fine*. Level ini menunjukkan besarnya ukuran elemen. Kedua adalah *curvature based mesh*, merupakan *mesh* yang dibuat untuk menyesuaikan dengan *curve* pada *body*. Jenis ini juga dapat diatur seperti pada *standart mesh*. Selain itu, ada pengaturan banyaknya *mesh* dalam satu buah *curve* dan rasio perubahan *mesh*. Ketiga adalah gabungan dari *standart* dan *curvature based mesh*. Selain ketiga parameter ini, ada juga opsi yang dapat mendeteksi bagian yang memiliki fitur dimensi yang kecil dan secara otomatis memperkecil ukuran *mesh* pada bagian tersebut. Option adalah *automatic transition*. Kekurangan dari *automatic transition* adalah memperkecil segala bagian dengan fitur dimensi kecil padahal belum tentu Pada bagian ini terdapat konsentrasi tegangan. Sehingga untuk mengubah ukuran *mesh* di bagian yang ada konsentrasi tegangan dapat menggunakan *mesh control*. *Meshing* pada desain awal dan modifikasi desain pada rangka menggunakan *solid mesh*. Untuk parameter menggunakan *standard mesh* dan *automatic transition* karena semua fitur dimensi yang kecil dianggap mempengaruhi struktur. Untuk mendapatkan hasil yang *convergen* maka menggunakan *solver h adaptive method* dengan toleransi 99%. Hasil *meshing* dapat dilihat pada Gambar 3. 10



**Gambar 3. 10. Meshing**  
(Dokumen pribadi)

### 3.4.4 Running

Setelah dilakukan pembebanan kemudian dirunning sehingga mendapat hasil berupa tegangan maksimum pada rangka meja ukur. Contoh running pada bagian rangka ditunjukkan Gambar 3. 11.



**Gambar 3. 11. Proses running rangka meja ukur**  
(Dokumen pribadi)

### 3.4.5 Desain Aman

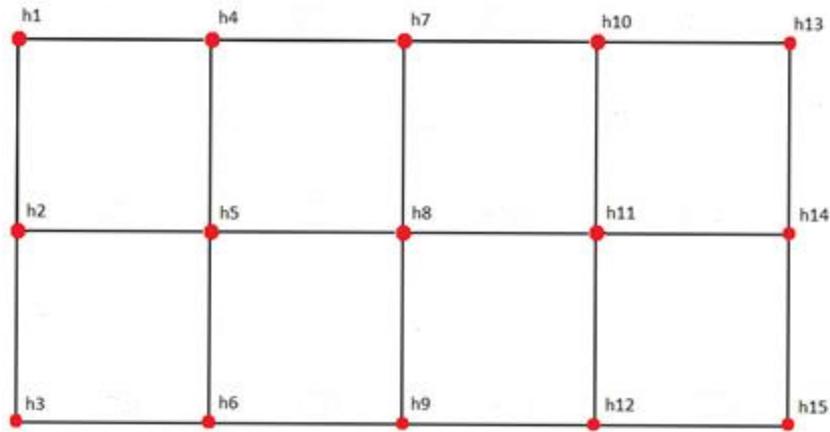
Desain dikatakan aman apabila tegangan *von mises* maksimum yang terjadi pada rangka meja ukur kedataran tidak melebihi tegangan ijin material bahan AISI 304 sebesar 206,8 MPa, dianalisa simulasi dengan menggunakan bantuan *numerical software* seperti ditunjukkan Gambar 3. 11.

## 3.5 Metode Pengujian Kerataan

Pengujian kerataan meja datar ini menggunakan metode pola jaring (*grid*), pola jaring sendiri berbentuk garis-garis *vertical* dan *horizontal* yang saling memotong tegak lurus sehingga memiliki cakupan yang baik terhadap permukaan meja datar yang akan diukur kerataannya, pengujian dilakukan pada kondisi temperature kamar udara yaitu ideal dan tekanan kamar yang ideal, yaitu  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  dan kelembapan relatif kurang dari 65%. Batasi mobilitas orang atau barang didekat area pengukuran. Pastikan juga meja datar berada di atas dudukan yang kokoh dan stabil. Dari studi metode pengujian dengan berbagai alat ukur digunakan dengan cara mengukur kedataran alat ukur masing masing. Target pengukuran adalah meja datar berbahan *granite* agar terlihat perbedaan yang jelas setiap titik yang diukur. Kecermatan alat ukur merupakan parameter penting untuk menghasilkan kevalidan data pengukuran.

### 3.5.1 Membuat kisi kisi garis

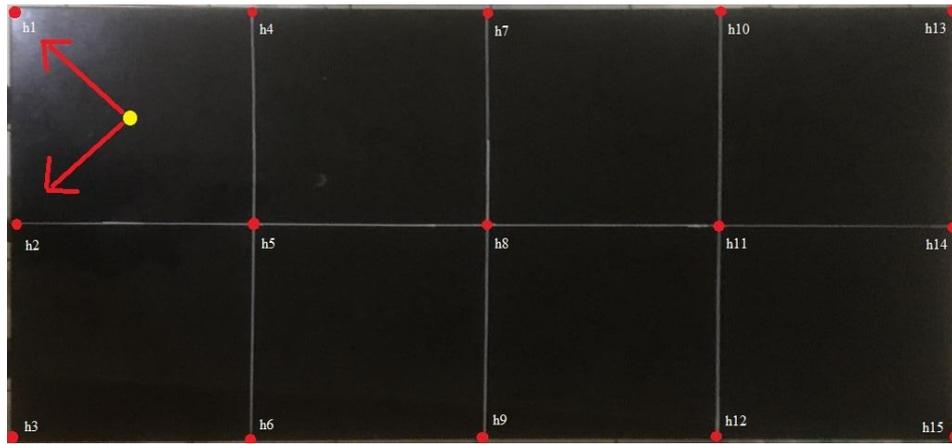
Pembuatan kisi-kisi garis merupakan langkah awal untuk melakukan pengukuran yang sangat membantu mempermudah langkah sebelum memulai pengukuran dengan jarak langkah ( $l$ ) sehingga terdapat ( $m$ ) ruas di sumbu  $-x$  dan ( $n$ ) ruas di sumbu  $-y$  seperti pada Gambar 3. 12. Contoh pada meja rata berukuran 1200mm x 600mm, dengan Panjang ruas 300mm, sehingga;



**Gambar 3. 12.** Pembuatan kisi kisi garis  
(Novyanto et al., 2022)

Beri nomor pada setiap titik dan setiap ruas di antara dua titik, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.13.:

- a. Nomor titik  $h_j$  dimulai dengan angka satu mulai dari pojok kiri-atas, yaitu koordinat  $(0,0)$ , lalu berurutan ke bawah (sumbu  $-x$  positif). Proses penomoran dan pembuatan garis di tunjukan pada Gambar 3. 13.
- b. Nomor nilai beda tinggi  $d_i$  dimulai dengan angka satu untuk ruas searah diagonal antara titik  $h_1$  dan  $h_2$ , lalu ruas antara titik  $h_2$  dan  $h_3$ , dan seterusnya. Setelah semua ruas searah diagonal diberi nomor, lanjutkan penomoran untuk ruas searah diagonal dimulai dari ruas antara titik  $h_4$  dan  $h_5$ , lalu ruas antara titik  $h_5$  dan  $h_6$ , dan seterusnya. Hasil menggambar garis seperti di tunjukan pada Gambar 3. 13.



**Gambar 3. 13.** Pembuatan garis pada meja ukur  
(Dokumen Pribadi)

- c. Mencari titik tengah seperti pada Gambar 3. 13. ditunjukkan titik warna kuning yang digunakan untuk penempatan *magnetic holder* dial indicator pada bidang persegi digunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 d &= \frac{s \sqrt{2}}{2} \\
 &= \frac{300 \sqrt{2}}{2} \\
 &= 212,1
 \end{aligned}$$

Dimana  $d$  = Diagonal

$s$  = Sisi

- d. Setelah membuat kisi kisi garis dilakukanlah proses menguji kedataran permukaan menggunakan waterpass pada setiap ruas meja ukur kedataran untuk mengetahui kedataran setiap ruas meja sebelum mengambil data pengujian kerataan, jika setiap ruas ada yang belum datar, peneliti mengatur

ketinggian adjuster yang ditunjukkan pada gambar bertempat dibawah granite sampai meja dinyatakan datar.



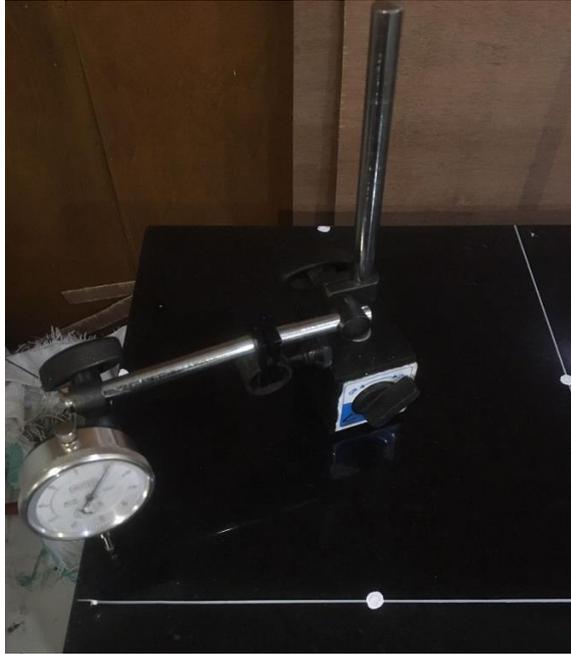
**Gambar 3. 14.** Uji kedataran menggunakan waterpass (Dokumen Pribadi)

### 3.5.2 Melakukan metode pengukuran

Ukur gradien  $g_i$  pada setiap titik secara berurutan dengan menggunakan dial indicator sebagai pengarahnya. Pengukuran dimulai dengan arah diagonal atau menyilang dari titik tengah. Jika gambar 3. 13. digunakan sebagai contoh, urutan pengukuran adalah sebagai berikut:

- a.  $h_1 - h_2 - h_2 - h_1$
- b.  $h_3 - h_4 - h_4 - h_3$
- c. Lakukan langkah yang sama untuk semua garis

Dengan posisi *magnetic holder* diam pada tengah ruas yang diberi titik warna kuning pada gambar 3. 13. dan posisi bidang sentuh dial indicator (*spindle*) searah diagonal pada titik awal  $h_1$  lalu hanya spindle yang digerakan kearah diagonal pada titik selanjutnya tanpa menggeser *magnetic holder*, pengukuran menggunakan dial indicator dapat ditunjukkan pada gambar 3. 15.



**Gambar 3 . 15.** Pengukuran kerataan  
(Dokumen Pribadi)

### 3.5.3 Pengoreksian alat ukur dial indicator

Untuk mengoreksi adanya drift pada alat ukur, lakukan salah satu langkah berikut ini.

- a. Cek dan setel lagi nilai offset nol dari (dial indicator), sebelum memulai pengukuran pada setiap garis,
- b. Setelah selesai mengukur garis pertama searah diagonal dan sebelum mengukur setiap garis berikutnya, ukur lagi ruas  $g_1$  sebelum dan sesudah mengukur garis tersebut. Jika penunjukan pada ruas  $g_1$  kali ini berbeda dengan pengukuran  $g_1$  yang pertama, selisihnya digunakan untuk mengoreksi pengukuran di garis tersebut.

## BAB 4

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Analisa Pada Meja Ukur Kedataran

##### 4.1.1 Analisa kekuatan rangka meja ukur

Hasil analisa kekuatan meja ukur menggunakan *numerical software* didapatkan nilai besar tegangan *von misses* minimum hingga tegangan *von misses* maksimum. Seperti ditunjukkan Gambar 3. 11. dari hasil simulasi tegangan *von misses* minimum dari part rangka meja ukur yang ditunjukkan dengan bagian berwarna biru dengan besar tegangan minimum 992,400 N/m<sup>2</sup>. Besar tegangan *von misses* maksimum yang terjadi pada bagian rangka meja ukur yang ditunjukkan dengan bagian part berwarna merah dengan besar tegangan *von misses* maksimum yang terjadi adalah 9,924,000 N/m<sup>2</sup>. Dari besar tegangan *von misses* maksimum yang terjadi pada bagian rangka meja ukur, masih lebih kecil dari tegangan ijin material AISI 304 sebesar 206,800,000 N/m<sup>2</sup>, dapat disimpulkan bahwa part rangka meja ukur dengan bahan AISI 304 dinyatakan aman dan siap dibuat.

##### 4.1.2 Analisa pengukuran kerataan granite pada meja ukur

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengukur kerataan berdasarkan alat yang digunakan, antara lain, menggunakan acuan kedataran dan alat pengukur kerataan. Menggunakan acuan kelurusan dan alat pengukur jarak celah. Acuan kelurusan dapat berupa bilah pelurus (waterpass), sedangkan (dial indicator) dapat berfungsi sebagai pengukur kerataan. Cara ini juga kurang praktis karena membutuhkan bilah pelurus sepanjang diagonal meja yang diuji. Setelah memahami kecermatan dan cara pengujian diberbagai literatur, maka didapatlah

data hasil pengukuran. Pengukuran dengan menggunakan dial indicator. Dengan kecermatan 0,01mm/m menjadikan dial indicator salah satu alternatif pengukuran meja datar yang digunakan untuk proses mengukur. Dengan menggunakan dial indicator ini maka bisa diketahui besarnya penyimpangan dari kelurusan suatu permukaan benda ukur. Berikut bidang yang diukur dibagi dalam 4 ruas searah sumbu  $x$  dan 2 ruas searah sumbu  $y$ , sehingga  $n = 2$  dan  $m = 4$ , didapat dari panjang dan lebar meja dibagi 300 mm :

$$n = \frac{600}{300} = 2 \text{ dan } m = \frac{1200}{300} = 4$$

- 1) Total banyak titik  $h_j$  ukur  $x$

$$\begin{aligned} J_{\max} &= h = (m+1) \times (n+1) \\ &= (4+1) \times (2+1) \\ &= 5 \times 3 \\ &= 15 \end{aligned}$$

- 2) Banyaknya gradien  $g_i$  (kemiringan garis lurus atau nilai yang didapat dari alat ukur dial indicator) sebanyak 15

$$\begin{aligned} i_{\max} &= g \\ &= 15 \end{aligned}$$

- 3) Tiap langkah pengukuran memiliki panjang 300mm (sesuai pembagian ukuran meja ukur yang akan diukur menggunakan dial indicator dengan panjang penyangga 200 mm), bisa di tuliskan (dalam satuan meter) seperi:

$$l = 0,3 \text{ m}$$

- 4) Nilai yang didapat dari alat ukur adalah gradien  $g_i$  atau kemiringan garis lurus dalam satuan mm. peneliti sudah melakukan pengukuran pada meja ukur dan didapatkan data seperti ditunjukkan pada Tabel 4. 1.

**Tabel 4. 1.** Nilai yang di dapat dari pengukuran dial indicator

$i$	Gradien ( $g_i$ )
1	0

**Tabel 4. 2.** Nilai yang di dapat dari pengukuran dial indicator  
(lanjutan)

$i$	Gradien ( $g_i$ )
2	-0,02
3	0,18
4	0,14
5	0,10
6	0,07
7	0,11
8	0,13
9	0,13
10	-0,01
11	0,10
12	0,10
13	0,04
14	-0,02
15	0,10

- 5) Untuk menentukan nilai beda tinggi dengan cara, kalikan rerata nilai pengukuran  $g_i$  (dalam satuan mm) dengan panjang langkah pengukuran  $l$  (dalam satuan m) untuk mendapatkan nilai beda tinggi  $d_i$ , dihitung dengan rumus :

$$d_i = g_i \times l$$

Perhitungan dari rumus diatas dapat dituliskan seperti Tabel 4. 2. rata rata hasil nilai beda tinggi pada permukaan meja adalah 0,020143.

**Tabel 4. 3.** Perhitungan nilai beda tinggi

$g_i(\text{mm})$	$l(\text{m})$	$d_i(\text{mm})$
0	0,3	0
-0,02	0,3	-0,006
0,18	0,3	0,054
0,14	0,3	0,042
0,10	0,3	0,03
0,07	0,3	0,021
0,11	0,3	0,033
0,13	0,3	0,039
0,13	0,3	0,039
-0,01	0,3	-0,003
0,10	0,3	0,03

**Tabel 4. 4.** Perhitungan nilai beda tinggi  
(lanjutan)

$g_i(\text{mm})$	$l(\text{m})$	$d_i(\text{mm})$
0,10	0,3	0,03
0,04	0,3	0,012
-0,02	0,3	-0,006
0,10	0,3	0,03
<b>Rata-rata nilai beda tinggi permukaan</b>		0,020143

6) Kalkulasi profil permukaan

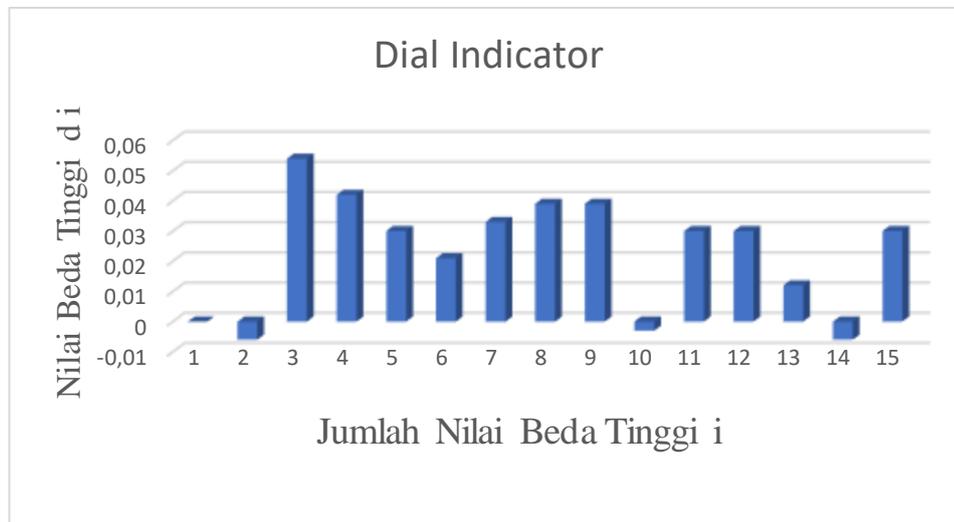
Masukkan nilai-nilai  $d_1$  ke dalam matrix  $d = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_p \end{bmatrix}$ .

Sistem persamaan data mentah dituliskan pada perhitungan dibawah. Agar sistem persamaan di atas dapat dipecahkan, himpunan bilangan  $g_i$  “diikat” dengan cara menetapkan nilai sembarang untuk salah satu anggotanya, misalnya  $h_1 = 0$ , sehingga nilai  $g_i$  dinyatakan sebagai ketinggian titik-titik yang lain relatif terhadap titik  $h$  . Sehingga sistem persamaan dapat dituliskan dalam bentuk matriks seperti pada matriks  $d$  dibawah.

Dari data pengukuran, didapatkan matriks  $d$  sebagai berikut:

$$d = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ d_3 \\ d_4 \\ d_5 \\ d_6 \\ d_7 \\ d_8 \\ d_{10} \\ d_{11} \\ d_{12} \\ d_{13} \\ d_{14} \\ d_{15} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ -0,006 \\ 0,054 \\ 0,042 \\ 0,03 \\ 0,021 \\ 0,033 \\ 0,039 \\ 0,039 \\ -0,003 \\ 0,03 \\ 0,03 \\ 0,012 \\ -0,006 \\ 0,03 \end{bmatrix}$$

Matriks  $d$  berisi hasil pengukuran mentah ( $g_i$ ) yang sudah dikalikan dengan Panjang ruas ( $l$ ) 0,3 mm, didapatkan hasil nilai beda tinggi ( $d_i$ ), dari table 4.1. dapat diperoleh diagram grafik seperti yang di tunjukan pada Gambar 4. 1.

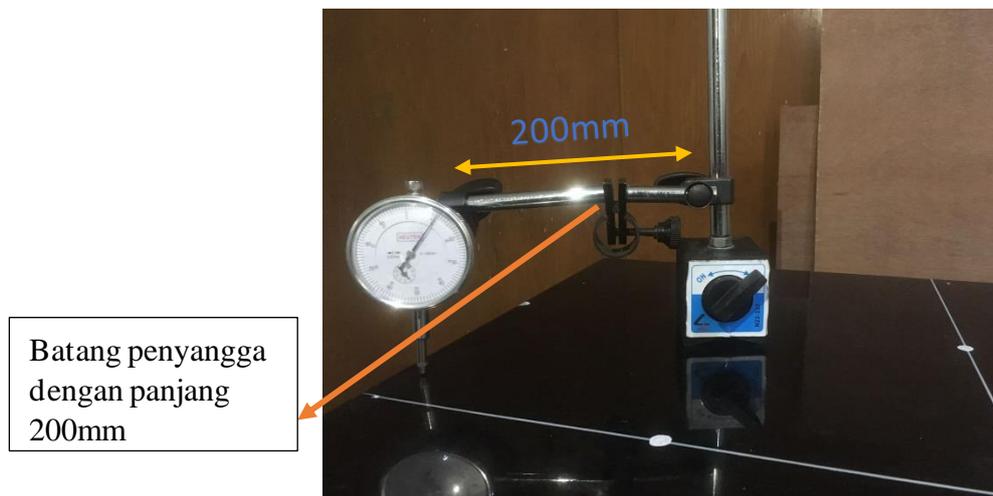


**Gambar 4. 1.** Hasil perhitungan menggunakan alat dial indicator

Dari hasil perhitungan di dapat bahwa adanya perbedaan nilai beda tinggi ( $d_i$ ) terhadap setiap ruas nya, nilai beda tinggi tertinggi terdapat pada gradien 3, untuk nilai terendah nya pada gradien 2 dan 14, dengan rata-rata nilai beda tinggi setiap permukaan adalah 0,020143 mm, hasil pengukuran ini menggunakan alat dial indicator.

Dial indicator sendiri merupakan salah satu cara yang tepat untuk mengukur kerataan permukaan. Namun dalam pengukuran meja ukur kedataran ini penggunaan dial indicator merupakan hal yang sangat penting untuk pengukuran kerataan, tetapi mempunyai kelemahan menggunakan dial indicator adalah panjang mobilitas sensor yang terbatas meskipun ketelitian dial indicator mencapai 0,01 mm tetapi kurang akurat untuk mengukur plat yang Panjang. Dial Indicator yang digunakan sebagai sample adalah jenis *Neuter* yang dilengkapi batang penyangga

posisi horizontal dengan panjang 200 mm. Akurasi pengukuran menggunakan Dial Indicator adalah 0.01 mm, 0.02 mm, 0.001 mm. Metode pengukuran dial indicator hanya sebagai pembanding satu titik ke titik lainnya seperti yang ditunjukkan Gambar 4. 2.



**Gambar 4. 2.** Pengambilan data menggunakan alat dial indicator (Dokumen Pribadi)

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari dasar teori sampai analisa data, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Merancang meja ukur kedataran ber-bahan *hollow stainless* menciptakan rangka meja ukur kedataran yang efisien sehingga kuat ditumpu beban 100kg granite table.
2. Dial indicator dengan menggunakan mekanisme roda gigi dan pegas torsional untuk mencegah *backlash* menjadikan dial indicator alat yang mudah dipakai dan cukup presisi digunakan untuk mengukur perbedaan ketinggian suatu titik, daripada menggunakan waterpass yang hanya mengukur berdasarkan ketinggian fluida dengan bantuan gravitasi pada ketinggian air pasti sama tingginya sayangnya ketelitian yang kecil membuat aplikasinya hanya sebesar mengukur ketinggian di bidang Teknik sipil.
3. Dari hasil pengukuran kerataan meja ukur di dapat bahwa adanya perbedaan nilai beda tinggi ( $d_i$ ) terhadap setiap ruasnya, nilai beda tinggi tertinggi terdapat pada gradien 3 dan nilai terendah nya pada gradien 2 dan 14, dengan rata-rata nilai beda tinggi pada setiap permukaan granite meja ukur adalah 0,020143 mm.

## 5.2 Saran

1. Teknologi pengukuran kedataran mempunyai revolusi yang cukup signifikan mulai dari mekanisme memanfaatkan gravitasi, memakai mekanisme roda gigi dan juga optical, sehingga dapat tercapai akurasi dan data yang diinginkan untuk dikembangkan lebih lanjut.
2. Pada saat ingin melakukan pengujian alat dengan melakukan analisa pengukuran, banyak alat ukur seperti *autocollimator*, waterlevel elektronik, dan waterpass digital yang tidak saya dapatkan di lab Universitas Diponegoro.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Aziz, M., (2017). *ANALISIS AKURASI PENGUKURAN KEDATARAN MEJA DATAR DENGAN VARIASI ALAT PENGUKUR KEDATARAN SEBAGAI PARAMETER KUALITAS GEOMETRI PENGUKURAN BENDA KERJA DI MEJA DATAR*, Departemen, Teknik Mesin, Universitas Diponegoro
- Ali, S. H. R., & Buajaretn, J. (2014). *New method and uncertainty estimation for plate dimensions and surface measurements. Journal of Physics: Conference Series*, 483(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/483/1/012014>
- Apriana, A., Prianto, B., & Rahayu, M. (2015). *ANALISA KELAYAKAN MESIN MILLING F3 DENGAN PENGUJIAN KETELITIAN GEOMETRIK*.
- Arief, M., Sofyan Arief, D., & Syafitri. (2016). *ANALISA KEDATARAN GUIDE WAYS TERHADAP PENGARUH GERAK CARRIAGE PADA MESIN BUBUT G.D.WLZ 350 DENGAN ALAT UKUR DIGI- PAS DWL-200*. 1–5.
- Dana, S., Sajgalik, M., Petru, J., Natasa, N., & Pavol, B. (2015). *IMPLEMENTATION OF COATING FOR FAILURE ELIMINATION OF DIAL GAUGES*.
- Espinosa, O., Espinosa, O. C., Diaz, P. J., Baca, M. C., Allison, B. N., & Shilling, M. (2008). *Comparison of Calibration Methods for a Surface Plate*.
- Gusel, A., Ačko, B., & Mudronja, -Vedran. (2009). *Measurement Uncertainty in Calibration of Measurement Surface Plates Flatness*. In *Strojniški vestnik- Journal of Mechanical Engineering* (Vol. 55).
- Munadi, S. (2010). *DASAR-DASAR METROLOGI INDUSTRI*.
- Novyanto, O., Nurlathifah, & Istiqomah. (2022). *Panduan Kalibrasi Meja Rata*.
- Prasetya, J., (2019). *KEDATARAN DAN KELURUSAN*, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. <https://www.amazon.com/HHIP-Precision-Spirit-Levels-Various/dp/B01DLNT076>
- Pusaka, J. (2012). *Advanced Analysis for ISO 1101 on Surface Flatness* (Vol. 14, Issue 1).
- Renner, G., & Ekárt, A. (2003). *Genetic algorithms in computer aided design. CAD Computer Aided Design*, 35(8 SPEC.), 709–726. [https://doi.org/10.1016/S0010-4485\(03\)00003-4](https://doi.org/10.1016/S0010-4485(03)00003-4)

## LAMPIRAN

### 1. Proses pembuatan garis pada permukaan meja ukur



### 2. Pengukuran kerataan searah diagonal menggunakan dial indicator



3. Meja ukur kedataran berbahan *granite*



4. Ketebalan bahan *hollow stainless*

