

MEDIA PEMBELAJARAN *PREDICTIVE MAINTENANCE*
“*TWO PLANE BALANCING*” PADA LABORATORIUM
PERAWATAN DAN PERBAIKAN MESIN

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Samsul Bahri

NIRM : 0011656

Yarimasio Mieko

NIRM : 0011659

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2019

LEMBAR PENGESAHAN

**MEDIA PEMBELAJARAN *PREDICTIVE MAINTENANCE* “*TWO PLANE
BALANCING*” PADA LABORATORIUM PERAWATAN DAN
PERBAIKAN MESIN**

Oleh:

Samsul Bahri

NIRM : 0011656

Yarimasio Mieko

NIRM : 0011659

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Muhamad Riva'i, M.T

Pembimbing 2



Indra Feriadi, M.T

Penguji 1



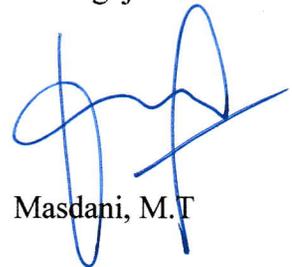
Robert Napitupulu, M.T

Penguji 2



Dedy Ramdhani Harahap, M, S.c

Penguji 3



Masdani, M.T

ABSTRAK

Kemajuan Ilmu Pengetahuan (IPTEK) menuntut manusia untuk melakukan perkembangan dalam banyak hal. Polman Negeri Bangka Belitung merupakan salah satu perguruan tinggi negeri yang terus meningkatkan inovasi dan kreasi dalam mutu pengajaran. Fasilitas yang ada disediakan pun beragam. Salah satunya adalah ketersediaan mesin otomatis, mesin semi otomatis, mesin manual serta peralatan penunjang seperti feeler gauge, vibration meter dan sebagainya. Proyek akhir ini bertujuan untuk membuat dan menguji media pembelajaran materi Two Plane Balancing yang merupakan bagian dari materi Praktik Perawatan Prediktif pada Program Studi Teknik Perawatan dan Perbaikan. Kinerja yang dituntut dari media pembelajaran ini adalah dapat mendemonstrasikan pemeriksaan atau pengujian geometri dan kondisi setimbang (Balance) atau tidak setimbang (Unbalance) two plane rotor berdasarkan getaran sesuai dengan standart kesetimbangan mesin. Media pembelajaran ini terdiri dari motor listrik dua poros luaran yang duduk di atas meja kerja yang dapat disetel. Pengujian kesetimbangan diukur dari frekuensi getaran dengan nilai velocity secara overall yang ditampilkan oleh alat ukur getaran. Dari hasil pengujian pada posisi kiri plane 1 dengan hasil 0.426 mm/s dan plane 2 dengan hasil 0.419 mm/s (Class 1) masuk daerah kondisi peralatan "good", kemudian pada posisi tengah plane 1 dengan hasil 0.022 mm/s dan plane 2 dengan hasil 0.100 mm/s (Class 1) masuk daerah kondisi peralatan "good", kemudian pada posisi kanan plane 1 dengan hasil 0.462 mm/s dan plane 2 dengan hasil 0.730 mm/s (Class 1) masuk daerah kondisi peralatan "good". Hal ini menunjukkan bahwa kondisi alat masuk dalam kategori baik dan masih dapat diterima yang dilihat dari ISO-10816 Vibration Severity Chart.

Kata kunci : two plane, rotor, balance, unbalance, getaran.

ABSTRACT

The Progress of Science (IPTEK) requires humans to make progress in many ways. Polman Negeri Bangka Belitung is one of the state universities that continues to improve innovation and creation in teaching quality. The available facilities are also varied. One of them is the availability of automatic machines, semi-automatic machines, manual machines and supporting equipment such as feeler gauge, vibration meter and so on. This final project aims to create and test learning media for Two Plane Balancing material which is part of the Predictive Nursing Practice material in the Maintenance and Repair Engineering Study Program. The performance demanded from this learning media is to be able to demonstrate the examination or testing of the geometry and the condition of the balance (Unbalance) of the two plane rotor based on vibration in accordance with the engine balance standard. This learning media consists of an external two-shaft electric motor that sits on an adjustable work table. The equilibrium test is measured by the vibration frequency with the overall velocity value displayed by the vibration measuring instrument. From the results of testing in the left position plane 1 with the results 0.426 mm / s and plane 2 with the results of 0.419 mm / s (Class 1) entered the area of "good" equipment conditions, then in the middle position plane 1 with the results 0.022 mm / s and plane 2 with the result of 0.100 mm / s (Class 1) entering the "good" equipment condition area, then in the right position of plane 1 with the result of 0.462 mm / s and plane 2 with the result of 0.730 mm / s (Class 1) entering the "good" equipment condition area . This shows that the condition of the equipment is in the good and acceptable category as seen from ISO-10816 Vibration Severity Chart.

Keywords: two plane, rotor, balance, unbalance, vibration.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas berkat rahmat dan hidayah-NYA jualah, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan karya tulis Proyek Akhir ini dengan baik.

Proyek Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah didapatkan selama tiga tahun menempuh pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pengalaman yang penulis dapatkan selama melaksanakan program pembuatan makalah Proyek Akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang-orang yang telah berperan sehingga dapat terselesaikannya Proyek Akhir ini, sebagai berikut :

1. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moral maupun materi dan semangat agar terselesaikan Proyek Akhir.
2. Bapak Muhamad Rivai, M.T selaku pembimbing 1 dan Indra Feriadi, M.T selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga serta pikiran didalam memberikan pengarahan dalam penulisan karya tulis Proyek Akhir ini dan telah banyak pula memberi saran serta solusi yang membangun dalam penyelesaian makalah Proyek Akhir.
3. Bapak Robert Napitupulu, M.T selaku penguji 1, Bapak Dedy Ramdhani Hararap, M.Sc selaku penguji 2, dan Masdani, M.T yang telah menguji dan arahan yang benar selama sidang Proyek Akhir.
4. Bapak Zaldy Suzen S, M.T selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberi arahan yang baik selama melakukan aktifitas perkuliahan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

5. Bapak Sugeng Ariyono M.Eng, Ph.d selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Seluruh staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan Proyek Akhir.
8. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan Proyek Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Proyek Akhir ini terdapat banyak kekurangan dikarenakan penulis adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Karena yang benar hanya datang dari ALLAH dan yang salah datang dari penulis. Oleh karena itu, sangat diharapkan segala petunjuk, kritik, dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan selanjutnya. Akhir kata penulis mohon maaf atas kekurangan dalam penulisan karya tulis Proyek Akhir ini dan penulis dengan senang hati menerima saran dan kritik yang membangun dari pembaca.

Semoga Proyek Akhir ini dapat berguna untuk menambah wawasan dan wacana bagi rekan-rekan mahasiswa.

Sungailiat, 9 Agustus 2019

Tim Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PLAGIAT.....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Proyek Akhir.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	4
2.1 Perawatan <i>Predictive</i>	4
2.2 Pengujian Kebulatan	4
2.3 <i>Balancing</i>	5
2.4 Pengujian Getaran	6
2.5 <i>Alignment</i>	7
2.6 Alat Pengujian.....	7
2.6.1 <i>Vibroport</i> 80.....	7
2.6.2 Dial Indikator	8
2.6.3 Mikrometer.....	8
BAB III METODE PELAKSANAAN	10
3.1 Diagram Alir (<i>Flow Chart</i>).....	10

3.2	Tahapan proses pelaksanaan pembuatan alat	11
3.2.1	Studi Literatur	11
3.2.2	Pembuatan Alat	12
3.2.3	Perakitan.....	15
3.2.4	Pengambilan Data	16
3.2.5	Pengujian Getaran	20
3.2.6	Dapat Diterima.....	25
3.2.7	Kesimpulan	25
BAB IV PEMBAHASAN.....		26
4.1	Pembuatan Alat	26
4.1.1	Proses permesinan.....	26
4.1.2	Proses pabrikasi.....	28
4.1.3	Proses <i>finishing</i>	35
4.2	Hasil Pengambilan Data.....	35
4.2.1	Hasil pengujian kedataran meja (<i>flatness</i>)	36
4.2.2	Hasil pengujian kebulatan <i>plane</i> 1 dan <i>plane</i> 2	36
4.2.3	Hasil pengujian kerataan <i>plane</i> 1 dan <i>plane</i> 2	38
4.2.4	Hasil pengujian ketebalan <i>plane</i> 1 dan <i>plane</i> 2.....	40
4.2.5	Hasil pengujian keseimbangan (<i>balance</i>) putaran <i>plane</i> 1 dan <i>plane</i> 2..	41
4.3	Perawatan	44
BAB V PENUTUP.....		47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Hasil pengujian kebulatan pada <i>plane</i>	37
4.2 Pengujian kerataan permukaan pada <i>plane</i>	38
4.3 Pengujian ketebalan pada <i>plane</i>	40
4.4 Hasil <i>balancing</i> mesin pada posisi kiri meja.....	42
4.5 Hasil <i>balancing</i> mesin pada posisi tengah meja	42
4.6 Hasil <i>balancing</i> mesin pada posisi kanan meja.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Alat peraga identifikasi getaran <i>single plane (rotor)</i>	2
2.1 Mengukur kebulatan menggunakan metode diameter	5
2.2 <i>Vibroport 80</i>	7
2.3 Dial indikator	8
2.4 Mikrometer.....	9
3.1 <i>Flow chart</i> metode pelaksanaan.....	10
3.1 <i>Flow chart</i> metode pelaksanaan (lanjutan)	11
3.2 Proses pemotongan baja hollow persegi dan plat	13
3.3 Proses pengelasan baja hollow persegi	13
3.4 Proses pelipatan plat.....	14
3.5 Proses <i>finishing</i> (pengecatan).....	15
3.6 Baut penyetel kedataran meja	16
3.7 Posisi penempatan <i>ruler level meter digital</i>	17
3.8 Proses penyetelan kaki mesin.....	17
3.9 Dial indikator	17
3.10 Pemasangan dial indikator pada titik yang diuji	18
3.11 Dial indikator	18
3.12 Pemasangan dial indikator pada titik yang diuji	19
3.13 Mikrometer luar	19
3.14 Proses pengujian ketebalan <i>plane</i>	20
3.15 Pemasangan sensor.....	20
3.16 Tampilan layar monitor.....	21
3.17 Tekan bagian <i>balancer</i>	21
3.18 Pilih <i>GO TO</i>	21
3.19 Tampilan layar setelah tekan <i>go to</i>	22
3.20 Tekan ON.....	22
3.21 Pemilihan <i>START</i> dan <i>POLAR</i>	22

3.22	Pilih <i>average</i>	23
3.23	Pilih <i>GO TO</i>	23
3.24	Pengaturan <i>plane A</i>	23
3.25	Pemilihan <i>START</i> untuk memulai	24
3.26	Hasil dari pengujian	24
3.27	Hasil akhir dari pengukuran	24
4.1	Diagram Alir	26
4.2	Kerja ukuran <i>hollow</i> persegi yang terdapat pada lampiran 6	29
4.3	Kerja plat bagian bawah yang terdapat pada lampiran 6 nomor 3	29
4.4	Hasil pelipatan plat meja alat bagian bawah	30
4.5	Kerja plat bagian atas yang terdapat pada lampiran 6 nomor 4	30
4.6	Hasil pelipatan plat meja alat bagian atas	31
4.7	Kerja plat bagian dudukan alat terdapat pada lampiran 6 nomor 4	31
4.8	Hasil pelipatan plat meja alat bagian dudukan alat	32
4.9	Kerja plat bagian dudukan buku terdapat pada lampiran 6 nomor 6.a	32
4.10	Hasil pelipatan plat bagian dudukan buku pada lampiran 6 nomor 6.a ...	33
4.11	Kerja plat bagian dudukan buku yang terdapat lampiran 6 nomor 6.b ...	33
4.12	Hasil pelipatan plat bagian dudukan buku lampiran 6 nomor 6.b	34
4.13	Hasil <i>assembly</i> pada rangka, meja alat dan dudukan buku	34
4.14	Hasil akhir proses <i>finishing</i>	35
4.15	Hasil posisi sumbu X	36
4.16	Hasil posisi sumbu Y	36
4.17	Hasil grafik kebulatan pada <i>plane 1</i> dan <i>plane 2</i>	38
4.18	Hasil grafik kerataan pada <i>plane 1</i> dan <i>plane 2</i>	39
4.19	Hasil grafik ketebalan pada <i>plane 1</i> dan <i>plane 2</i>	41
4.20	ISO-10816 <i>Vibration Severity Chart</i> (ISO Saverity 10816)	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 Hasil Pengujian *Balancing*

Lampiran 3 Tabel Perawatan

Lampiran 4 ISO-10816 *Vibration Severity Chart*

Lampiran 5 SOP penggunaan mesin

Lampiran 6 Gambar Kerja

Lampiran 7 Foto Alat / Mesin

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan Ilmu Pengetahuan (IPTEK) di perguruan tinggi sangat berperan dalam menunjang aktivitas kehidupan di sekitarnya. Kemajuan Ilmu Pengetahuan (IPTEK) menuntut manusia untuk melakukan perkembangan dalam banyak hal sehingga manusia dituntut untuk dapat menciptakan sesuatu yang dulunya tidak ada menjadi ada atau suatu inovasi baru dan pengembangan dari yang sudah ada menjadi lebih baik serta efisien. (Daryanto, 2003)

Polman Negeri Bangka Belitung merupakan salah satu perguruan tinggi negeri yang terus meningkatkan inovasi dan kreasi dalam mutu pengajaran. Fasilitas yang ada disediakan pun beragam. Salah satunya adalah ketersediaan mesin otomatis, mesin semi otomatis, mesin manual serta peralatan penunjang seperti gerinda tangan, *feeler gauge*, *vibration meter* dan sebagainya.

Perawatan prediktif merupakan salah satu mata kuliah di jurusan Teknik Mesin. Khususnya, Program Studi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin. Perawatan prediktif mempelajari sistem ketidakseimbangan dan getaran pada mesin. Keterbatasan alat pada media pembelajaran perawatan prediktif menghambat pemahaman mahasiswa Polman Babel. untuk membantu proses pengajaran dan pemahaman mahasiswa Polman Babel.

Beberapa penelitian tentang getaran telah dilakukan beberapa orang, salah satunya alat uji indentifikasi pengujian perbedaan putaran rotor dengan menggunakan tipe yaitu *single plane* (menggunakan satu rotor), digunakan untuk mengidentifikasi putaran rotor yang setimbang (*balance*) dengan putaran rotor yang tidak setimbang (*unbalance*). Dimana sensor chanel dipasang pada kedudukan *bearing* untuk menguji getarannya (Riva'i, 2018). Alat peraga indentifikasi *single plane (rotor)* ditunjukkan pada Gambar 1. 1.



Gambar 1. 1 Alat peraga identifikasi getaran *single plane* (*rotor*)

Alat uji tersebut menggunakan satu *plane* (*rotor*), sedangkan pada kenyataannya masih dibutuhkan suatu alat peraga untuk mengidentifikasi putaran rotor yang setimbang (*balance*) dengan putaran rotor yang tidak setimbang (*unbalance*) yang lebih kompleks lagi.

Berdasarkan permasalahan yang ada maka penulis sebagai mahasiswa tingkat akhir ingin membuat media pembelajaran pengujian *balancing* pada *rotor* berdasarkan getaran dengan dua *plane* atau bisa disebut alat uji *dual plane balancing*, yang dimana alat ini digunakan untuk mengukur atau mengidentifikasi putaran rotor yang seimbang (*balance*) dengan putaran rotor yang tidak seimbang (*unbalance*) dengan metode *dual plane* (*rotor*).

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam proyek akhir ini dirumuskan dengan pertanyaan sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat media pembelajaran praktik perawatan prediktif yang dapat mendemonstrasikan cara melakukan pemeriksaan atau pengujian kebulatan dan kerataan permukaan?
2. Bagaimana pengujian geometri dan kesetimbangan *rotor dual plane* sesuai dengan standar ISO?

1.3 Batasan Masalah

Pembuatan media praktikum perawatan prediktif dibatasi dengan hal-hal sebagai berikut:

1. Motor listrik dua poros luaran yang digunakan memiliki daya 0,5 HP dan kecepatan putaran 2950 rpm.
2. Jumlah plane dua unit dengan material aluminium diameter 150 mm.
3. Jenis pengujian geometri yang didemonstrasikan terdiri dari pengujian kebulatan dan kerataan permukaan plane.
4. Pengujian kesetimbangan menggunakan frekuensi getaran dengan alat ukur getaran *vibroport* 80.

1.4 Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari proyek akhir ini adalah

1. Membuat alat bantu praktikum perawatan prediktif yang dapat mendemonstrasikan pemeriksaan atau pengujian kebulatan dan kerataan permukaan.
2. Menguji kondisi keseimbangan dan ketidakseimbangan putaran rotor berdasarkan getaran sesuai dengan standar ISO.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Perawatan *Predictive*

Predictive Maintenance (PdM) atau Pemeliharaan Prediktif adalah teknik yang dirancang untuk membantu menentukan kondisi peralatan untuk memprediksi kapan pemeliharaan harus dilakukan. Perawatan ini menjanjikan penghematan biaya lebih dari pemeliharaan pencegahan rutin atau berbasis waktu, karena tugas dilakukan hanya bila diperlukan. Keuntungan utama pemeliharaan prediktif adalah untuk memungkinkan penjadwalan pemeliharaan korektif, dan untuk mencegah kegagalan peralatan yang tak terduga. Kuncinya adalah "informasi yang tepat di waktu yang tepat". Dengan mengetahui peralatan kebutuhan pemeliharaan, pekerjaan pemeliharaan dapat lebih terencana (suku cadang, orang, dll) sehingga meningkatkan ketersediaan industri (Djulianto, 2006)

2.2 Pengujian Kebulatan

Pengukuran kebulatan merupakan pengukuran yang ditujukan untuk memeriksa kebulatan suatu benda atau dengan kata lain untuk mengetahui apakah suatu benda benar benar bulat atau tidak jika dilihat secara teliti dengan menggunakan alat ukur (Mukhlis, 2014).

Kebulatan mempunyai peranan penting dalam hal:

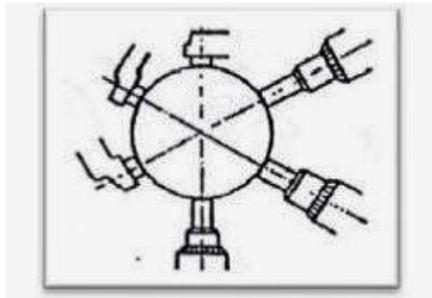
1. Membagi beban sama rata
2. Menentukan umur komponen
3. Menentukan kondisi suaian
4. Menentukan ketelitian putaran
5. Memperlancar pelumasan

Ketidakbulatan merupakan salah satu jenis kesalahan bentuk dan umumnya amat berkaitan dengan beberapa kesalahan bentuk lainnya seperti:

1. Kesamaan sumbu dan konsentrisitas (*concentricity*)
2. Kelurusan (*straightness*)

3. Ketegaklurusan (*perpendicularity*)
4. Kesejajaran (*parallelism*)
5. Kesilindrikan (*clindricity*)

Pengujian kebulatan ini menggunakan metode pengukuran diameter, dengan menggunakan dial indikator pada 12 titik. Ditunjukkan pada Gambar 2.1 sebagai berikut.



Gambar 2. 1 Mengukur kebulatan menggunakan metode diameter (Mukhlis, 2014)

2.3 *Balancing*

Alat mekanik yang bergerak secara rotasi disebut rotor, misalnya baling-baling helikopter, roda kendaraan bermotor, propeler turbin angin, generator, dan pompa. *Unbalance* adalah kondisi dimana rotor yang berputar menimbulkan getaran akibat gaya sentrifugal. Rotor tak seimbang akan membangkitkan sinyal getaran *sinusoidal* dengan frekuensi satu per putaran

Keadaan *unbalance* terjadi bila pusat massa sistem berputar tidak berimpit dengan titik pusat putaran. Hal ini terjadi karena berbagai sebab, misalnya kelebihan massa pada bagian rotor, bahan yang tak homogen, kesalahan proses produksi, dan desain yang tidak simetri. *Unbalance* dapat terjadi pada satu bidang disebut *static unbalance* atau pada beberapa bidang disebut *couple unbalance*. Gabungan keduanya disebut *dynamic unbalance*. Oleh karena itu, untuk mengurangi gaya *unbalance* adalah dengan melakukan proses *balancing*. Proses *balancing* dilakukan dengan tindakan menambahkan atau mengurangi massa pada sistem rotor. Dalam penelitian ini dilakukan eksperimen pendeteksian sinyal

getaran akibat *unbalance* menggunakan alat *Machinery Faults Simulator*, kemudian melakukan proses *balancing*, dan membandingkan sinyal *unbalance* dengan sinyal setelah proses *balancing* dengan indikator penurunan amplitudo (Try Hadmoko, dkk, 2016).

2.4 Pengujian Getaran

Getaran adalah peristiwa gerak bolak balik secara teratur suatu benda melalui satu titik seimbang. Karena terjadi dengan teratur, getaran sering juga disebut gerak periodik. Kuat atau lemahnya pergerakan benda tersebut dipengaruhi oleh jumlah energi yang diberikan. Semakin besar energi yang diberikan maka semakin kuat pula getaran yang terjadi. Satu Getaran sama dengan satu kali gerakan bolak balik penuh dari benda tersebut (Karyasa, 2010).

Getaran dibagi menjadi beberapa klasifikasi, antara lain:

1. Getaran bebas didefinisikan sebagai getaran yang terjadi pada suatu sistem (mekanisme) tanpa adanya pengaruh gaya luar (eksitasi) yang memengaruhinya. Dengan kata lain, eksitasi diberikan pada awal saja, setelah itu benda akan berosilasi.
2. Getaran paksa dapat didefinisikan sebagai getaran yang terjadi pada suatu sistem karena adanya pemasangan gaya luar (eksitasi). Sebagai contoh adalah getaran pada motor diesel. Jika rangsangan tersebut ber-osilasi maka sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan. Jika frekuensi sama dengan salah satu frekuensi natural sistem maka akan didapat keadaan resonansi, dan osilasi besar dapat menimbulkan banyak. Kerusakan struktur yang terjadi pada gedung, jembatan, turbin, dan sayap pesawat berhubungan dengan fenomena resonansi ini.
3. Getaran tak teredam adalah getaran dimana tidak ada kehilangan energi yang disebabkan tahanan selama osilasi. Getaran teredam adalah getaran dimana terjadi kehilangan energi yang disebabkan tahanan selama osilasi. Getaran linier adalah semua komponen sistem yang bergetar, baik itu pegas, massa, dan peredam berperilaku linier. Pada kondisi ini prinsip super posisi dipegang

dan analisis teoritis menggunakan model matematika sangat baik untuk dikembangkan.

2.5 *Alignment*

Alignment merupakan suatu proses pemeliharaan atau perawatan pada elemen mesin pemindah putaran atau daya, agar perlengkapan yang digunakan dapat berfungsi semaksimal mungkin dan mencegah kerusakan elemen-elemen mesin lainnya pada perlengkapan mesin akibat kesalahan pada pemasangan atau pemeliharaan (Lindley R.Higgins, 2002).

Alignment merupakan suatu proses yang meliputi :

- Kesatusumbuan seperti pada kopling.
- Kesejajaran sumbu poros dan kesebarisan elemen penggerak dengan sumbu porosnya pada pulli atau poros penggerak

2.6 **Alat Pengujian**

Alat yang digunakan untuk proses pengujian ini adalah sebagai berikut:

2.6.1 *Vibroport 80*

Vibroport 80 ialah alat untuk mengamati atau mengukur getaran yang dialami unit ketika beroperasi. Setiap mesin yang bergerak atau berputar akan senantiasa menghasilkan getaran (*vibration*). *Vibroport* berguna dalam *monitoring* getaran mesin, mengukur tingkat kecepatan dan perputaran (RPM) perpindahan (nilai puncak ke puncak) dengan akurasi yang tinggi tanpa perlu lagi salah ukur karena menebak-nebak. *Vibroport* mempermudah proses pengolahan data. Jenis *vibroport* yang akan digunakan adalah *Vibroport 80*, yang ditunjukkan pada Gambar 2. 2.



Gambar 2. 2 *Vibroport 80*

2.6.2 Dial Indikator

Dial indikator atau juga dikenal dengan Dial *Gauge* ialah alat ukur dengan skala pengukuran yang sangat kecil, contohnya pada pengukuran pergerakan suatu komponen (*backlash, endplay*) dan pengukuran kerataannya (*round out*). Dial *gauge* ini merupakan tools yang tidak dapat berdiri sendiri, artinya ia mesti dipasangkan pada suatu alat bantu yang disebut: *Magnetic Base*, sebagai pemegang dial *gauge* dan berfungsi mengatur posisi dari dial *gauge* (tinggi-rendahnya, kemiringannya) pada tempat atau permukaan benda yang diukur. Dial yang di gunakan adalah dial dengan kecermatan 0,01mm (Mukhlis, 2014). yang ditunjukkan pada Gambar 2. 3.



Gambar 2. 3 Dial indikator

2.6.3 Mikrometer

Mikrometer adalah sebuah alat ukur yang dapat melihat dan mengukur benda dengan satuan ukur yang memiliki ketelitian 0.01 mm. Satu mikrometer adalah secara luas digunakan alat di dalam teknik mesin electro untuk mengukur ketebalan secara tepat dari blok-blok, luar dan garis tengah dari kerendahan dan batang-batang slot. Mikrometer memiliki tiga jenis umum pengelompokan yang didasarkan pada aplikasi berikut:

1. Mikrometer Luar

Mikrometer luar merupakan jenis mikrometer yang digunakan untuk mengukur bagian luar suatu benda. Ketelitian alat ini mencapai 0,01mm. Mikrometer luar biasa digunakan untuk mengukur benda yang berbentuk bulat, persegi maupun rata. Selain itu, mikrometer luar juga tersedia beberapa ukuran rangka, sehingga dapat di gunakan untuk berbagai pengukuran secara luas.

2. Mikrometer Dalam

Mikrometer jenis ini berfungsi untuk mengukur garis tengah dari lubang. Mikrometer dalam memiliki dua skala yaitu skala yang terletak di *barrel* dan skala lainnya yang terletak di *thimbel*.

3. Mikrometer Kedalaman

Jenis mikrometer ini adalah mikrometer yang digunakan untuk mengukur kedalaman suatu lubang maupun ketinggian dari sebuah benda. Berikut mikrometer yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.



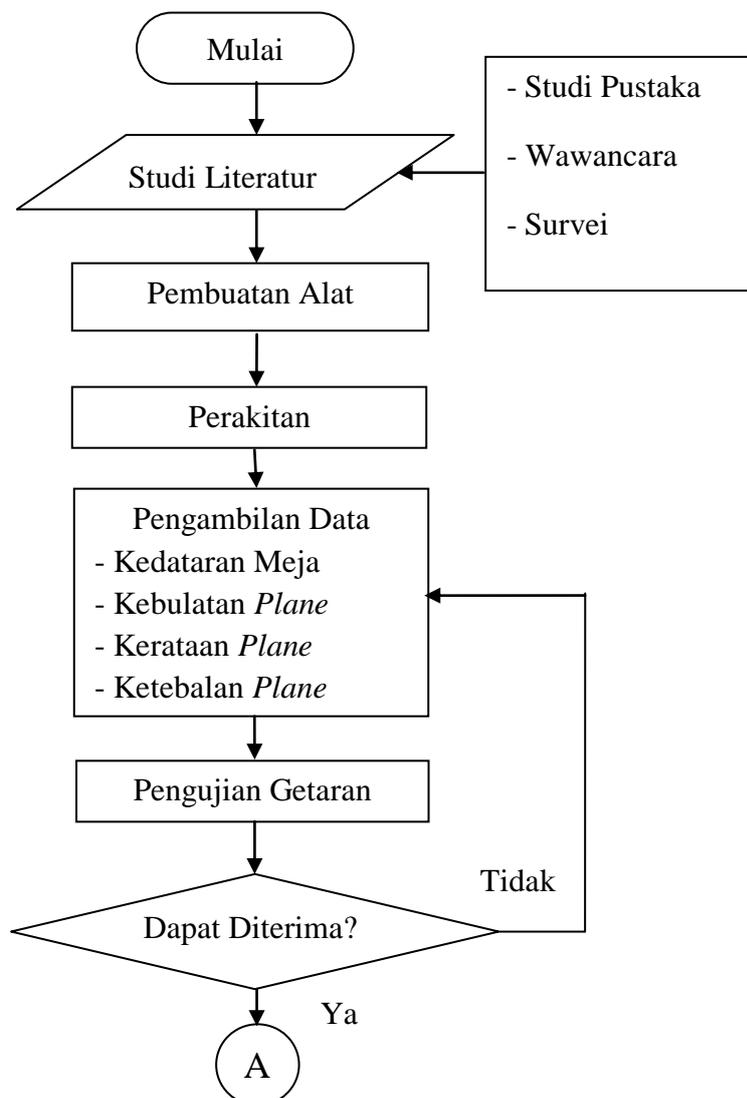
Gambar 2. 4 Mikrometer

BAB III METODE PELAKSANAAN

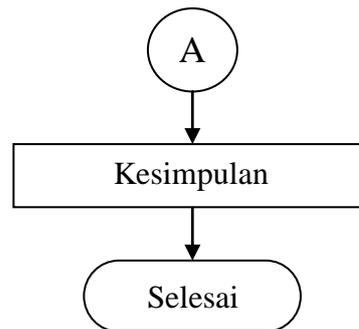
Pada bab bagian ini akan di bahas secara detail dan menyeluruh mengenai perencanaan dan pembuatan alat, secara menyeluruh proses pembuatan dan penyelesaian tugas akhir (Sarwano, 2006).

3.1 Diagram Alir (*Flow Chart*)

Proses pembuatan alat pengujian *geomteri* dan *performance* media pembelajaran *two plane balancing* di tunjukan pada Gambar 3. 1.



Gambar 3. 1 *Flow chart* metode pelaksanaan



Gambar 3. 1 *Flow chart* metode pelaksanaan (lanjutan)

3.2 Tahapan proses pelaksanaan pembuatan alat

Dalam pelaksanaan proyek akhir ada beberapa tahapan tahapan yang harus dilewati, untuk mencapai tujuan yang diinginkan, adapun beberapa tahapan tahapan dalam pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Studi Literatur

Teknik pengumpulan data merupakan langkah yang paling utama dalam proses penelitian, karena tujuan utama dari penelitian adalah mendapatkan data. Teknik pengumpulan data yang diperlukan disini adalah teknik pengumpulan data mana yang paling tepat, sehingga benar-benar didapat data yang valid. Pengumpulan data dilakukan dengan menganalisis unsur-unsur yang ada pada alat dan yang berhubungan dengan alat untuk membantu proses pembuatan alat. Menurut cara memrolehnya menurut (Suga & Sularso, 2002) ada dua yaitu :

- Data primer, yaitu data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh peneliti langsung dari subjek atau objek penelitian.
- Data sekunder, yaitu data yang didapatkan tidak secara langsung dari objek atau subjek penelitian.

Dalam pengumpulan data untuk referensi dalam proses pembuatan alat adalah sebagai berikut :

- Studi Pustaka

Mempelajari berbagai buku referensi serta hasil penelitian sebelumnya yang sejenis yang berguna untuk mendapatkan landasan teori mengenai masalah yang akan diteliti. Studi pustaka dilakukan sebelum peneliti memulai penelitiannya, hal ini bertujuan diantaranya untuk menemukan informasi yang relevan sesuai dengan objek penelitian dan menambah pengetahuan mengenai masalah yang diteliti. Studi pustaka juga dilakukan untuk mendapatkan landasan teori yang dapat dijadikan pedoman ketika melakukan pemecahan masalah. Pengumpulan data dengan metode ini kami lakukan dengan mencari sumber referensi di perpustakaan, *website* dan jurnal, dengan mengacu pada standarisasi yang telah ditentukan (Sarwano, 2006).

- Wawancara

Menjelaskan bahwa wawancara dengan tujuan percakapan tertentu. Dalam metode ini peneliti dan responden berhadapan langsung (tatap muka) untuk mendapatkan informasi secara lisan dengan mendapatkan data tujuan yang dapat menjelaskan masalah penelitian. Pengumpulan data dengan metode ini, Kami melakukan wawancara terhadap dosen pembimbing serta dosen pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (Moleong, 2013).

- Survei

survei merupakan suatu aktivitas atau kegiatan penelitian yang dilakukan untuk mendapatkan suatu kepastian informasi (seperti : jumlah orang, persepsi atau pesan-pesan tertentu), dengan cara mengambil sampel dari satu populasi dan menggunakan kuesioner sebagai alat pengumpul data yang pokok. Pada penelitian ini, survei dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Polman Bangka Belitung.

3.2.2 Pembuatan Alat

Pembuatan alat yang digunakan dengan tahap proses pabrikasi dan proses permesinan yang berguna untuk prosedur yang mudah diikuti. Adapun proses yang dilakukan meliputi:

1. Proses Pabrikasi

Proses pabrikasi adalah suatu rangkaian pekerjaan dari beberapa komponen material baik berupa plat, pipa ataupun baja profil dirangkai dan dibentuk setahap demi setahap berdasarkan item-item tertentu sampai menjadi suatu bentuk yang dapat dipasang menjadi sebuah rangkaian alat produksi maupun konstruksi. Adapun tahapan proses pabrikasi yang telah penulis lakukan antara lain:

a. Pemotongan baja hollow persegi 4x4 dan plat 3 mm

Pemotongan pada rangka dan plat ini merupakan suatu proses menggunakan mesin gerinda tangan. Mesin gerinda tangan adalah suatu mesin yang berfungsi untuk memotong benda kerja. Bagian yang dipotong yaitu rangka meja dan bagian plat yang dipotong yaitu bagian meja 1, meja 2 dan dudukan motor, serta dudukan tabel ISO-10816 *Vibration Severity Chart*. Adapun pemotongan baja hollow persegi 4x4 dan plat 3 mm dilakukan yang ditunjukkan pada Gambar 3. 2.



Gambar 3. 2 Proses pemotongan baja hollow persegi dan plat

b. Pengelasan

Pengelasan adalah salah satu teknik penyambungan logam atau baja dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Bagian yang dilas yaitu rangka meja. Adapun pengelasan dilakukan yang ditunjukkan pada Gambar 3. 3.



Gambar 3. 3 Proses pengelasan pada hollow persegi

c. Pelipatan plat

Mesin lipat plat adalah suatu proses membuat benda kerja dari lempengan plat yang dibentuk sedemikian juga agar dapat membentuk suatu benda yang dapat digunakan. Bagian yang dilipat di alat ini adalah bagian meja 1, meja 2 dan dudukan motor, serta dudukan tabel ISO-10816 *Vibration Severity Chart*. Adapun pelipatan plat dilakukan yang ditunjukkan pada Gambar 3. 4.



Gambar 3. 4 Proses pelipatan plat

2. Proses Permesinan

Pada proses ini tentu terdapat sisa dari pengerjaan produk yang biasa disebut geram. Pahat dapat diklasifikasikan sebagai pahat bermata potong tunggal (*single point cutting tool*) dan pahat bermata potong jamak (*multiple point cutting tool*). Pahat dapat melakukan gerak potong (*cutting*) dan gerak makan (*feeding*). Proses pemesinan dapat diklasifikasikan dalam dua klasifikasi besar yaitu proses pemesinan untuk membentuk benda kerja *silindris* atau *konis* dengan benda kerja atau pahat berputar, dan proses pemesinan untuk membentuk benda kerja permukaan datar tanpa memutar benda kerja. Klasifikasi yang pertama meliputi proses bubut dan variasi proses yang dilakukan dengan menggunakan mesin bubut, mesin bor (*drilling machine*), mesin gerinda (*grinding machine*). Adapun proses permesinan yang dilakukan diantaranya:

a. Pembubutan pada *plane 1* dan *plane 2*

Pembubutan yang dilakukan adalah proses pembuatan pada *plane 1* dan *plane 2* dengan diameter luar 150 mm, diameter dalam 11,6 mm, dan tebal 9 mm.

b. Pengeboran pada *plane 1* dan *plane 2*

Pengeboran yang dilakukan adalah proses pelubangan pada tiap sudut *plane 1* dan *plane 2* sebanyak 12 sudut yang memiliki jarak 30°.

Setelah tahapan pembuatan alat selesai, tahapan berikutnya adalah proses perakitan didasarkan pada hasil tahapan pabrikan dan permesinan yaitu berupa rangka dan *plane*.

3. Proses *Finishing*

Setelah tahapan proses permesinan selesai, tahapan berikutnya adalah proses *finishing* (pengecatan). Proses *finishing* adalah suatu pekerjaan tahap akhir dari suatu proses pembuatan alat. Pada umumnya *finishing* dilakukan dengan melapisi material dengan cara dicat. ditunjukkan pada Gambar 3. 5.



Gambar 3. 5 Proses *finishing* (pengecatan)

3.2.3 Perakitan

Perakitan adalah suatu proses penyusunan dan penyatuan beberapa bagian komponen menjadi suatu alat atau mesin yang mempunyai fungsi tertentu. Pekerjaan perakitan dimulai bila obyek sudah siap untuk dipasang dan berakhir bila obyek tersebut telah bergabung secara sempurna. Perakitan juga dapat diartikan penggabungan antara bagian yang satu terhadap bagian yang lain atau pasangannya. Alat tersebut tersusun dari sistem-sistem kerja yang telah dirakit sedemikian rupa sesuai dengan panduan gambar atau sketsa yang telah dibuat sesuai dengan aturan dan fungsinya. Bila tahapan ini telah selesai dilakukan. Maka alat atau mesin tersebut sudah bisa diambil datanya.

3.2.4 Pengambilan Data

Pada tahap ini, hasil dari pengambilan data dijadikan sebagai acuan untuk mengukur berhasil atau tidaknya alat yang kita buat. Dengan begitu, kita dapat mengevaluasi terhadap kualitas mesin yang telah dibuat. Adapun tahapan langkah-langkah dalam pengambilan data yang dilakukan diantaranya sebagai berikut.

- Kedataran Meja

Kedataran meja yang dilakukan adalah pengukuran dan penyetelan terhadap kedataran meja mesin menggunakan empat buah baut penyetelan (*adjuster bolts*) yang telah terpasang pada kaki meja seperti yang ditunjukkan Gambar 3. 6.



Gambar 3. 6 Baut penyetel kedataran meja

Alat ukur yang digunakan adalah *rule level meter digital* dengan spesifikasi teknis sebagai berikut :

Panjang : 200 mm

Tinggi : 44 mm

Lebar : 38.2 mm

Alat ukur tersebut dipasangkan dikonstruksi meja mesin seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. 7.



Gambar 3. 7 Posisi penempatan *ruler level meter digital*

Proses penyetelan dilakukan dengan terhadap meja mesin dilakukan dengan memutar baut penyetel sesuai dengan arah yang diinginkan untuk mendapatkan hasil kedataran meja yang optimal. Proses penyetelan yang telah dilakukan terhadap kedataran landasan meja mesin tersebut ditunjukkan Gambar 3. 8.



Gambar 3. 8 Proses peyetelan kaki mesin

- *Kebulatan Plane*

Kebulatan *plane* yang dilakukan adalah Pengujian kebulatan menggunakan dial indikator. Pada pengujian kebulatan tersebut, dial indikator yang digunakan dengan kecermatan 0.01 mm, dimana pengukuran dilakukan pada 12 titik atau pada tiap lubang dudukan pemberat (*mass*). Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan pada *plane* diantaranya sebagai berikut.

- a. Siapkan dial indikator yang ditunjukkan pada Gambar 3. 9.



Gambar 3. 9 Dial indikator

- b. Pasangkanudukan dial indikator pada pada meja mesin dan jarum indikator diletakkan pada diameter *plane* dititik 0°. Kemudian ambil data pada 12 sudut *plane*.
- c. Pengujian kebulatan pada *plane* dilakukan dengan cara *plane* dipasangkan dimotor yang ditunjukkan pada Gambar 3. 10.



Gambar 3. 10 Pemasangan dial indikator pada titik yang akan diuji

- Kerataan *Plane*

Kerataan *plane* yang dilakukan adalah Pengujian kerataan menggunakan dial indikator. Pada pengujian kerataan tersebut, dial indikator yang digunakan dengan kecermatan 0.01 mm, dimana pengukuran dilakukan pada 12 titik atau pada tiap lubang dudukan pemberat (*mess*). Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan pada *plane* diantaranya sebagai berikut.

- a. Siapkan dial indikator yang ditunjukkan pada Gambar 3. 11.



Gambar 3. 11 Dial indikator

- b. Pasangkanudukan dial indikator pada pada meja mesin dan jarum indikator diletakkan pada permukaan *plane* dititik 0°. Kemudian ambil data pada 12 sudut *plane*.
- c. Pengujian kerataan pada *plane* dilakukan dengan cara *plane* dipasangkan dimotor yang ditunjukkan pada Gambar 3. 12.



Gambar 3. 12 Pemasangan dial indikator pada titik yang akan diuji

- Ketebalan *Plane*

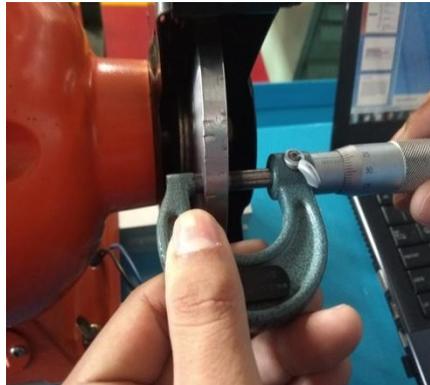
Ketebalan *plane* yang dilakukan adalah Pengujian ketebalan menggunakan mikrometer. Pada pengujian ketebalan tersebut, mikrometer yang digunakan dengan kecermatan 0.01 mm, dimana pengukuran dilakukan pada 12 titik atau pada tiap lubang dudukan pemberat (*mess*). Adapun langkah-langkah pengujian yang dilakukan pada *plane* diantaranya sebagai berikut.

- a. Siapkan mikrometer yang ditunjukkan pada Gambar 3. 13.



Gambar 3. 13 Mikrometer luar

- b. Pasangkan mikrometer di tiap 12 sudut *plane* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. 14.

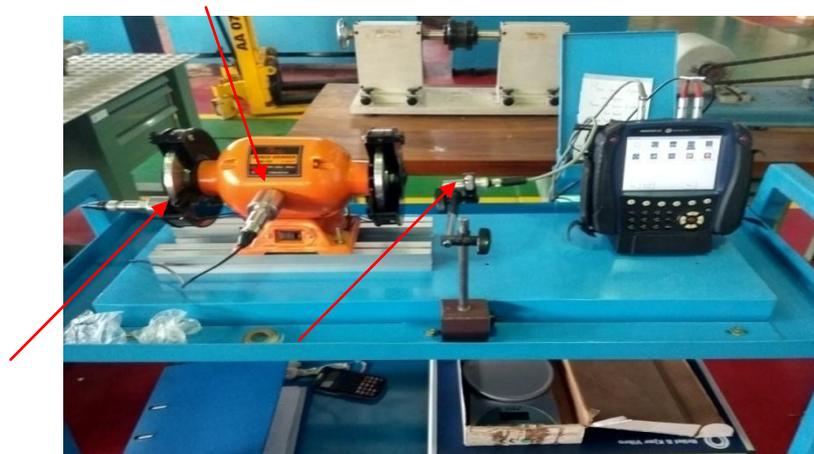


Gambar 3. 14 Proses pengujian ketebalan *plane*

3.2.5 Pengujian Getaran

Selanjutnya pengujian getaran, dimana pada pengujian keseimbangan (*balance*) putaran rotor tersebut merupakan suatu pengujian pada rotor atau *plane* yang terjadi ketidakseimbangan (*unbalance*) menjadi seimbang (*balance*). Adapun langkah-langkah untuk melakukan pengujian ketidakseimbangan (*unbalance*) menjadi seimbang (*balance*). Adapun langkah-langkah pengujian getaran menggunakan *vibroport 80* sebagai berikut:

1. Pasang sensor getaran *channel 1* pada aksial dan *channel 2* pada radial beserta sensor rpm pada Gambar 3. 15.



Gambar 3. 15 Pemasangan sensor

2. Selanjutnya hidupkan tombol ON pada *vibroport*, layar monitor akan muncul seperti Gambar 3. 16.



Gambar 3. 16 Tampilan layar monitor

3. Setelah itu pilih *balancer*, maka monitor pada *vibroport* akan muncul seperti pada gambar 3. 17.



Gambar 3. 17 Tekan bagian *balancer*

4. Kemudian pilih *GO TO* seperti pada Gambar 3. 18.



Gambar 3. 18 Pilih *GO TO*

5. Maka layar akan muncul seperti pada Gambar 3. 19.



Gambar 3. 19 Tampilan layar setelah tekan *go to*

6. Tekan tombol ON pada mesin seperti pada Gambar 3. 20.



Gambar 3. 20 Tekan ON

7. Setelah mesin dihidupkan, tunggu beberapa saat sampai mesin berputar secara optimal. Kemudian pada vibroport pilih *START* dan pilih *POLAR* seperti pada Gambar 3. 21.



Gambar 3. 21 Pemilihan *START* dan *POLAR*

8. Pilih *AVERAGE* untuk hasil rata-rata ketidakseimbangan (*unbalance*) pada dua *plane* tersebut seperti pada Gambar 3. 22.



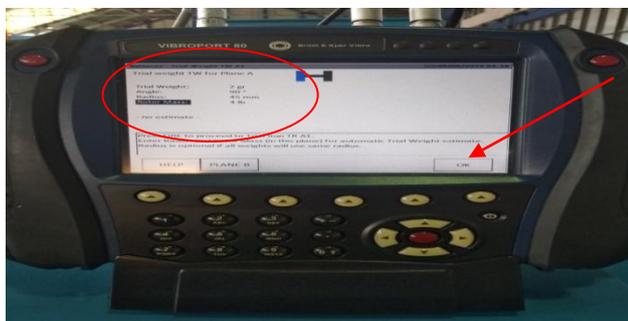
Gambar 3. 22 Pilih *average*

9. Pilih *TABEL* dan data akan muncul dan pilih *GO TO* untuk mengisi *mass* atau pemberat pada sudut yang diinginkan seperti pada Gambar 3. 23.



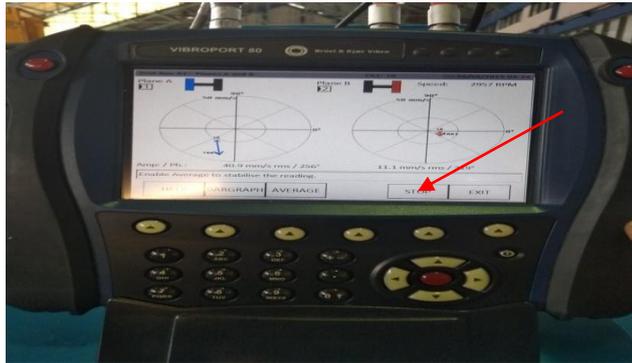
Gambar 3. 23 Pilih *GO TO*

10. Atur *PLANE A* pada monitor kemudian pilih *OK* seperti pada Gambar 3. 24.



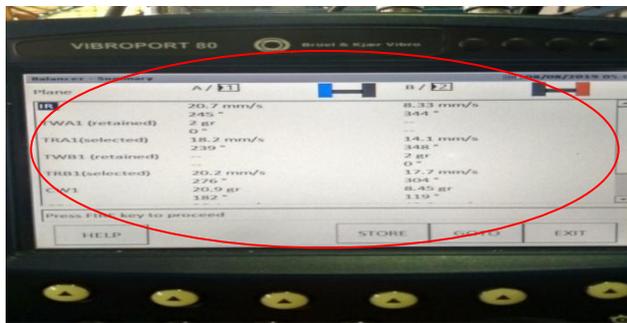
Gambar 3. 24 Pengaturan *plane A*

11. Masukkan *mass* atau pemberat ke *plane 1* yang diatur pada *PLANE A* tersebut, dan pada *vibroport* pilih *START* bersamaan dengan menghidupkan mesin seperti pada Gambar 3. 25.



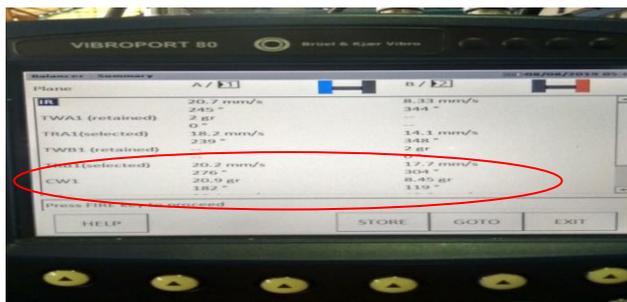
Gambar 3. 25 Pemilihan *START* untuk memulai

12. Kemudian hasil dari *PLANE A* telah didapatkan dan lakukan juga pada *PLANE B*, maka hasil akan didapatkan seperti pada Gambar 3. 26.



Gambar 3. 26 Hasil dari pengujian

13. Setelah hasil didapatkan, pada monitor terdapat *CRI* berupa hasil pemberat dan sudut yang ditentukan pada *vibroport*, dengan begitu pada alat dapat diisi pemberat dan sudut yang ditentukan oleh *vibroport*. Kemudian mesin dihidupkan maka hasil pada monitor akan seimbang (*balance*) seperti pada Gambar 3. 27.



Gambar 3. 27 Hasil akhir dari pengukuran

14. Tahap akhir yaitu menyimpan data pada *vibroport* berupa tabel keseimbangan (*balance*).

3.2.6 Dapat Diterima

Setelah tahapan pengambilan data dan pengujian getaran dilakukan, tahapan selanjutnya yaitu menganalisa hasil, apakah hasil sesuai dengan standar ISO-10816 *vibration severity chart*?

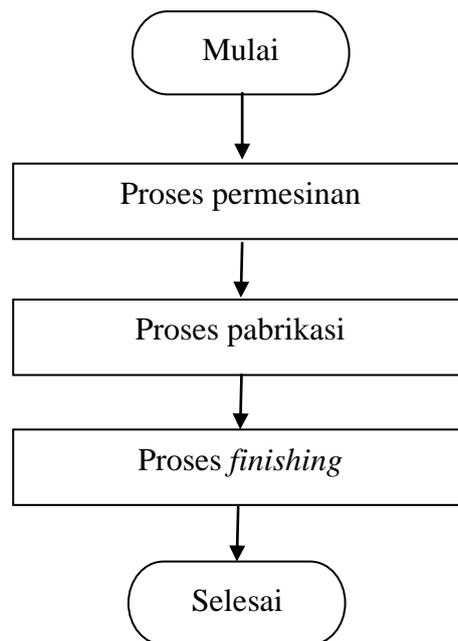
3.2.7 Kesimpulan

Pada tahapan ini merupakan tahapan capaian akhir proses yang telah dilakukan dimana penulis menarik atau merangkum berdasarkan hasil dari data pengujian dan hasil dari tahapan tahapan yang telah dilakukan, kesimpulan ini dibuat untuk menjawab tujuan yang telah dicantumkan Bab 1 (Satu).

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Alat

Dalam pembuatan alat ini dilakukan dengan berbagai tahapan dengan tujuan untuk mempermudah dalam proses pembuatan alat tersebut. Adapun tahapan dalam pembuatan seperti yang di tunjukan pada Gambar 4. 1.



Gambar 4. 1 Diagram alir

4.1.1 Proses pemesinan

Proses pemesinan didasarkan pada hasil tahapan perencanaan gambar kerja yaitu berupa sketsa atau gambar. Selanjutnya dari gambar tersebut kita lakukan proses pemesinan. Pada proses pemesinan yang dilakukan adalah proses pembuatan *plane*. Proses pemesinan yang digunakan adalah mesin bubut dan mesin bor. Adapun langkah-langkah *operational plan* proses pemesinan sebagai berikut:

a. Mesin bubut

- *Operational Plan* standar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
 - 01. Periksa gambar kerja
 - 02. *Setting* mesin
 - 03. *Marking out*
 - 04. Pencengkaman benda kerja
 - 05. Proses permesinan
- Langkah-langkah *Operational plan* pada *plane 1* dan *plane 2* sebagai berikut.
 1. 01 Periksa gambar kerja pada lampiran 6, dibagian nomor 5
 1. 02 *Setting* mesin bubut
 1. 04 Cengkam benda kerja *plane 1* pada *chuck* mesin bubut
 1. 05 Proses pembubutan permukaan (*facing*) pada *plane 1*
 2. 05 Proses pembubutan diameter luar dengan ukuran 150 mm
 3. 05 Proses pembubutan diameter kecil dengan ukuran 33 mm dan panjang 1 mm
 4. 05 Proses pembubutan diameter lubang dengan ukuran 11,6mm
 5. 04 Cengkam benda kerja *plane 1* pada *chuck* mesin bubut
 5. 05 Proses pembubutan permukaan (*facing*) pada *plane 1* hingga ketebalan 9 mm
 6. 04 Cengkam benda kerja *plane 2* pada *chuck* mesin bubut
 6. 05 Proses pembubutan permukaan (*facing*) pada *plane 2*
 7. 05 Proses pembubutan diameter luar dengan ukuran 150 mm
 8. 05 Proses pembubutan diameter kecil dengan ukuran 33 mm dan panjang 1 mm
 9. 05 Proses pembubutan diameter lubang dengan ukuran 11,6mm
 10. 04 Cengkam benda kerja *plane 2* pada *chuck* mesin bubut
 10. 05 Proses pembubutan permukaan (*facing*) pada *plane 2* hingga ketebalan 9 mm

b. Mesin bor

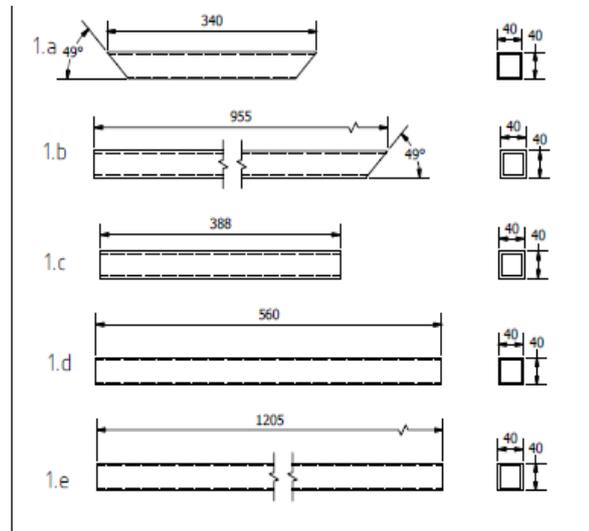
- *Operational Plan* standar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
 - 01. Periksa gambar kerja
 - 02. *Setting* mesin
 - 03. *Marking out*
 - 04. Pencengkaman benda kerja
 - 05. Proses permesinan
- Langkah-langkah *Operational plan* pada *plane 1* dan *plane 2* sebagai berikut.
 1. 01 Periksa gambar kerja pada lampiran 6, dibagian nomor 5
 1. 03 *Marking out* pada *plane 1* dan *plane 2*
 2. 02 *Setting* mesin bor
 1. 04 Cengkam benda kerja *plane 1* pada ragum bor
 1. 05 Proses pengeboran pada *plane 1* yang telah *dimarking out* pada *plane 1* sebanyak 12 lubang dengan diameter lubang 6 mm
 2. 05 Proses pengetapan pada lubang yang telah di bor
 3. 04 Cengkam benda kerja *plane 2* pada ragum bor
 3. 05 Proses pengeboran pada *plane 2* yang telah *dimarking out* pada *plane 2* sebanyak 12 lubang dengan diameter lubang 6 mm
 4. 05 Proses pengetapan pada lubang yang telah di bor

4.1.2 Proses pabrikan

Pada proses pabrikan yang dilakukan adalah proses pembuatan rangka dan dudukan meja. Proses pabrikan yang digunakan adalah mesin las, mesin gerinda tangan dan alat pelipat plat. Adapun langkah-langkah proses pabrikan sebagai berikut:

a. Proses pabrikasi dalam pembuatan rangka

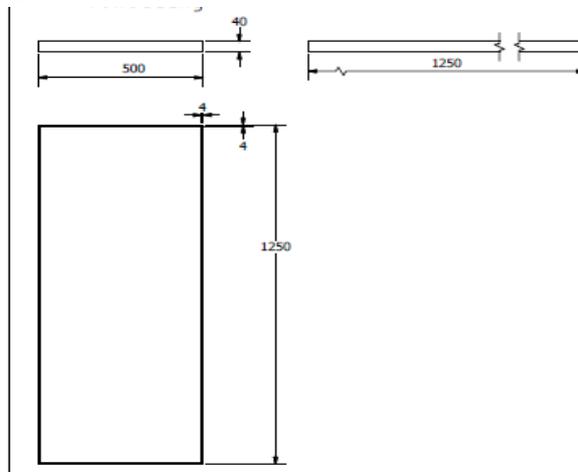
- *Marking out* dan pemotongan baja *hollow* persegi 4x4 yang ditunjukkan pada Gambar 4. 2 dan untuk lebih jelasnya bisa dilihat dilampiran 6 nomor 1.



Gambar 4. 2 Gambar kerja ukuran *hollow* persegi yang terdapat pada lampiran 6

b. Proses pabrikasi dalam pembuatan meja alat

- *Marking out* plat 3 mm, kemudian lakukan proses pemotongan plat sesuai ukuran yang ditunjukkan pada Gambar 4. 3 dan untuk lebih jelasnya bisa dilihat dilampiran 6 nomor 3.



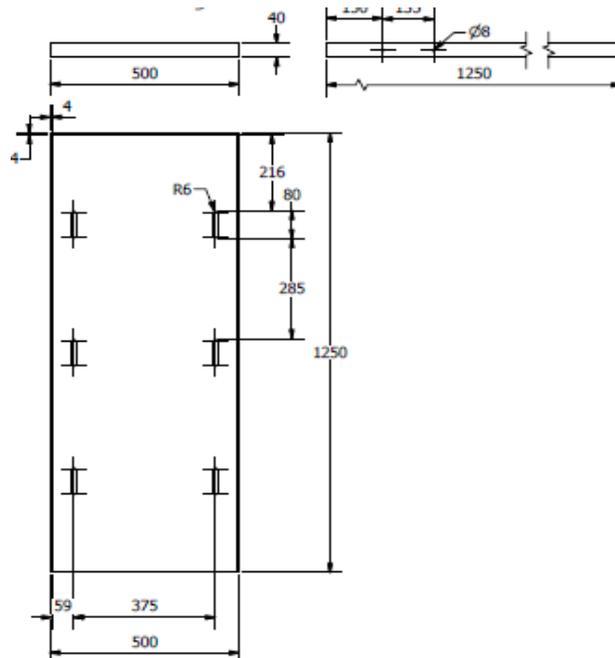
Gambar 4. 3 Gambar kerja plat bagian bawah yang terdapat pada lampiran 6 nomor 3

- Setelah itu, lakukan proses pelipatan dan hasil dari pelipatan plat ditunjukkan pada Gambar 4. 4.



Gambar 4. 4 Hasil pelipatan plat meja alat bagian bawah

- *Marking out* plat 3 mm, kemudian lakukan proses pemotongan plat sesuai ukuran yang ditunjukkan pada Gambar 4. 5 dan untuk lebih jelasnya bisa dilihat dilampiran 6 nomor 4.



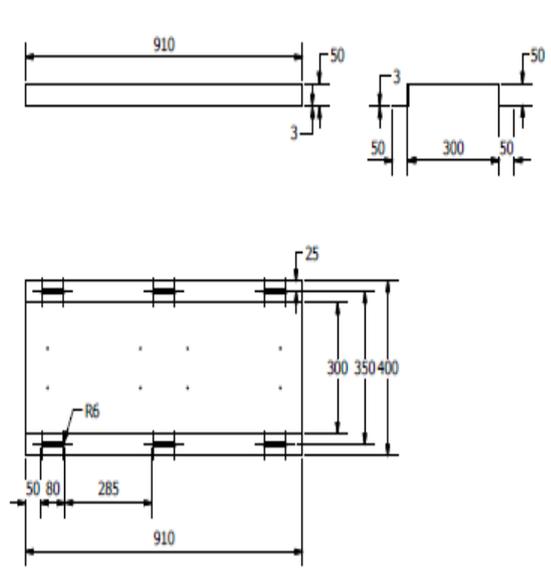
Gambar 4. 5 Gambar kerja plat bagian atas yang terdapat pada lampiran 6 no 4

- Setelah itu, lakukan proses pelipatan dan hasil dari pelipatan plat ditunjukkan pada Gambar 4. 6.



Gambar 4. 6 Hasil pelipatan plat meja alat bagian atas

- *Marking out* plat 3 mm, kemudian lakukan proses pemotongan plat sesuai ukuran yang ditunjukkan pada Gambar 4. 7 dan untuk lebih jelasnya bisa dilihat dilampiran 6 nomor 4.



Gambar 4. 7 Gambar kerja plat bagian dudukan alat yang terdapat pada lampiran 6 nomor 4

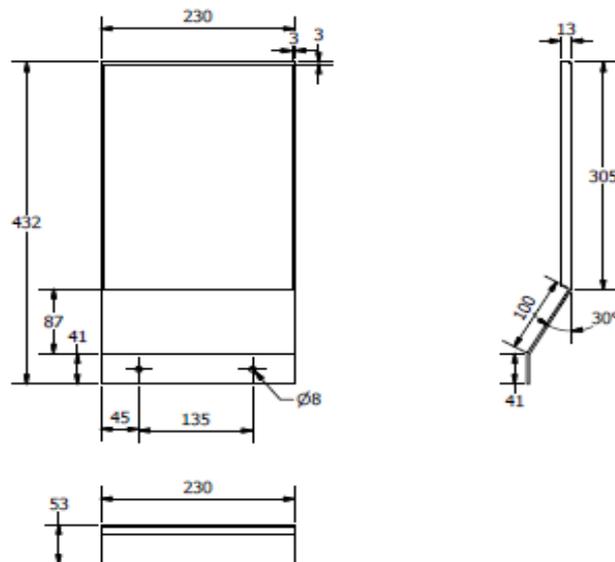
- Setelah itu, lakukan proses pelipatan dan hasil dari pelipatan plat ditunjukkan pada Gambar 4. 8.



Gambar 4. 8 Hasil pelipatan plat meja alat bagian dudukan alat

c. Proses pabriaksi dalam pembuatan dudukan buku

- *Marking out* plat 3 mm, kemudian lakukan proses pemotongan plat sesuai ukuran yang ditunjukkan pada Gambar 4. 9 dan untuk lebih jelasnya bisa dilihat dilampiran 6 nomor 6. a.



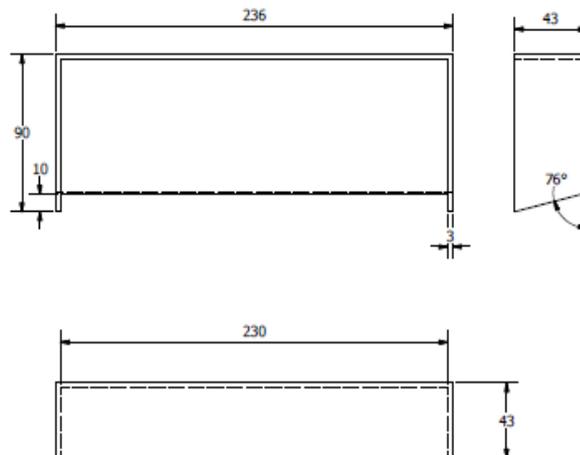
Gambar 4. 9 Gambar kerja plat bagian dudukan buku yang terdapat pada lampiran 6 nomor 6.a

- Setelah itu, lakukan proses pelipatan dan hasil dari pelipatan plat ditunjukkan pada Gambar 4. 10.



Gambar 4. 10 Hasil pelipatan plat bagian dudukan buku pada lampiran 6 nomor 6.a

- *Marking out* plat 3 mm, kemudian lakukan proses pemotongan plat sesuai ukuran yang ditunjukkan pada Gambar 4. 11 dan untuk lebih jelasnya bisa dilihat dilampiran 6 nomor 6. b.



Gambar 4. 11 Gambar kerja plat bagian dudukan buku yang terdapat pada lampiran 6 nomor 6.b

- Setelah itu, lakukan proses pelipatan dan hasil dari pelipatan plat ditunjukkan pada Gambar 4. 12.



Gambar 4. 12 Hasil pelipatan plat bagian dudukan buku pada lampiran 6 nomor 6.b

d. Proses *assembly* pada rangka, meja alat dan dudukan buku

- Proses *assembly* pada baja *hollow* persegi 4x4 menggunakan mesin las listrik.
- Proses *assembly* pada plat bagian bawah dan bagian atas menggunakan mesin las listrik.
- Proses *assembly* pada plat dudukan alat menggunakan baut dan mur M8 sebanyak 6 pcs.
- Proses *assembly* pada plat dudukan buku pada lampiran 6 bagian nomor 6.a dan 6.b menggunakan mesin las listrik.
- Proses *assembly* pada plat dudukan buku pada lampiran 6 nomor 6 menggunakan baut dan mur M8 sebanyak 2 pcs. Berikut hasil *assembly* pada alat yang ditunjukkan Gambar 4. 13.



Gambar 4. 13 Hasil *assembly* pada rangka, meja alat dan dudukan buku

4.1.3 Proses *finishing*

Pada proses *finishing* yang dilakukan adalah proses pengecatan rangka, meja alat, dudukan meja dan dudukan buku. Proses pengecatan yang digunakan adalah mesin kompresor. Adapun langkah-langkah pengecatan sebagai berikut:

- Siapkan kompresor beserta cat dasar (*epoxy*) dan cat warna.
 - Kemudian lakukan pengecatan dasar (*epoxy*)
 - Setelah pewarnaan dasar dilakukan, langkah akhir yaitu pengecatan warna.
- hasil dari proses *finishing* dapat dilihat pada Gambar 4. 14.



Gambar 4. 14 Hasil akhir proses *finishing*

4.2 Hasil Pengambilan Data

Setelah dilakukan pembuatan alat selanjutnya dilakukan tahapan pengujian/pengukuran dan memverikasi hasil. Tahapan tersebut yakni pengujian kedataran (*flatness*) meja mesin, pengujian kebulatan dan kerataan *rotor* serta pengujian keseimbangan (*balance*) putaran *rotor* dan mengukur getaran (*vibration*) yang ditimbulkan seluruh dari komponen mesin pada saat mesin beroperasi. Adapun hasil dari tahapan pengujian sebagai berikut.

4.2.1 Hasil pengujian kedataran meja (*flatness*)

Hasil dari pengujian kedataran meja terhadap landasan meja mesin yang telah diuji dengan 3 posisi dan terdapat sumbu X dan sumbu Y seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. 15 dan Gambar 4. 16.

Posisi kiri	Posisi tengah	Posisi kanan
0.5	0.5	0.4

Gambar 4. 15 Hasil posisi sumbu X

Posisi kiri	Posisi tengah	Posisi kanan
0.1	0.1	0

Gambar 4. 16 Hasil posisi sumbu Y

Pada pengukuran kedataran secara horizontal dan vertikal yang dilakukan pada meja alat yang memiliki panjang 1205 mm x 460 mm, pengukuran dilakukan di titik tengah pada motor listrik dengan posisi kiri, tengah dan kanan. Berdasarkan hasil verifikasi yang sudah dilakukan menggunakan *spirit level digital* dapat disimpulkan bahwa tidak ada penyimpangan pada setiap jarak yang dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa penyetelan kedataran pada meja telah datar.

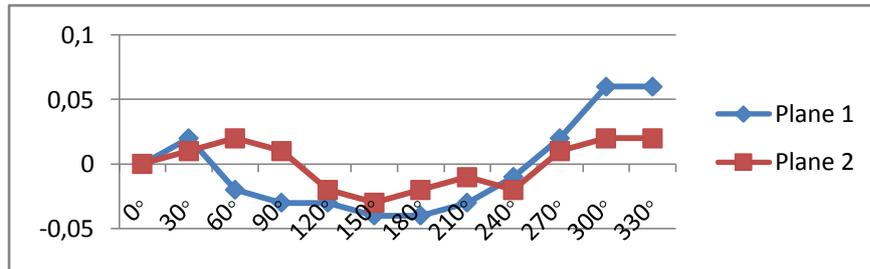
4.2.2 Hasil pengujian kebulatan *plane 1* dan *plane 2*

Hasil dari pengujian dilakukan pada 12 titik atau pada tiap lubang dudukan pemberat (*mass*). Berikut adalah hasil data yang telah diambil seperti pada Tabel 4.1 dan Gambar 4. 17.

Tabel 4. 1 Tabel hasil pengujian kebulatan pada *plane*

Pengujian kebulatan (<i>run out</i>) menggunakan Dial Indikator dengan kecermatan 0,01mm					
No	Sudut	Hasil Pengukuran			
		Plane 1			
		Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
1	0°	0	0	0	0
2	30°	0,02	0,02	0,02	0,02
3	60°	-0,02	-0,03	-0,02	-0,02
4	90°	-0,03	-0,04	-0,03	-0,03
5	120°	-0,04	-0,03	-0,03	-0,03
6	150°	-0,04	-0,03	-0,04	-0,04
7	180°	-0,04	-0,04	-0,04	-0,04
8	210°	-0,03	-0,02	-0,03	-0,03
9	240°	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01
10	270°	0,02	0,02	0,02	0,02
11	300°	0,06	0,05	0,06	0,06
12	330°	0,06	0,07	0,06	0,06
Plane 2					
		Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
1	0°	0	0	0	0
2	30°	0,01	0,02	0,01	0,01
3	60°	0,02	0,02	0,02	0,02
4	90°	0,01	0,02	0,01	0,01
5	120°	-0,02	-0,03	-0,02	-0,02
6	150°	-0,03	-0,02	-0,03	-0,03
7	180°	-0,02	-0,03	-0,02	-0,02
8	210°	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01
9	240°	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
10	270°	0,01	0,01	0,01	0,01
11	300°	0,02	0,02	0,02	0,02
12	330°	0,02	0,03	0,02	0,02

Hasil grafik antara *plane 1* dan *plane 2* ditunjukkan pada gambar 4. 17.



Gambar 4. 17 Hasil grafik kebulatan pada *plane 1* dan *plane 2*

Dari hasil tabel pengukuran kebulatan dapat disimpulkan bahwa *plane 1* dan *plane 2* tidak bulat sempurna. Terdapat beberapa titik yang mengalami penyimpangan yang berbeda. pengukuran kebulatan dapat dilihat dari *plane 1*, titik terdalam berada di titik 300° dan 330° sebesar 0,06 mm dan titik tertinggi berada di titik 150° dan 180° sebesar -0,04 mm. Sedangkan, hasil dari pengukuran di *plane 2* titik tertinggi terjadi di titik 60°, 300°, 330° sebesar 0,02 mm dan titik terendah terjadi di titik 150° sebesar -0,03mm.

4.2.3 Hasil pengujian Kerataan *plane 1* dan *plane 2*

Hasil dari pengujian dilakukan pada 12 titik atau pada tiap lubang dudukan pemberat (*mass*). Berikut adalah hasil data yang telah diambil seperti pada Tabel 4. 2 dan Gambar 4. 18.

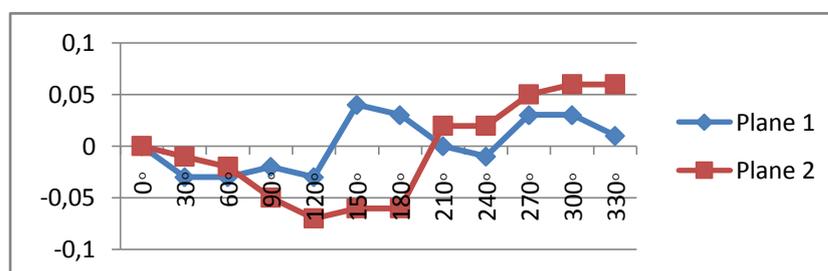
Tabel 4. 2 Tabel pengujian kerataan permukaan pada *plane*

Pengujian kerataan permukaan menggunakan Dial Indikator dengan kecermatan 0,01mm					
No	Sudut	Hasil Pengukuran			
		Plane 1			
		Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
1	0°	0	0	0	0
2	30°	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03
3	60°	-0,03	-0,03	-0,02	-0,03
4	90°	-0,02	-0,01	-0,02	-0,02
5	120°	-0,02	-0,03	-0,03	-0,03

6	150°	0,03	0,04	0,04	0,04
7	180°	0,01	0,03	0,03	0,03
8	210°	0	0	0,01	0
9	240°	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01
10	270°	0,02	0,03	0,03	0,03
11	300°	0,02	0,03	0,03	0,03
12	330°	0,01	0,02	0,01	0,01

		Plane 2			
		Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
1	0°	0	0	0	0
2	30°	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01
3	60°	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02
4	90°	-0,05	-0,06	-0,05	-0,05
5	120°	-0,07	-0,06	-0,07	-0,07
6	150°	-0,06	-0,06	-0,06	-0,06
7	180°	-0,06	-0,05	-0,06	-0,06
8	210°	0,02	0,03	0,02	0,02
9	240°	0,02	0,03	0,02	0,02
10	270°	0,06	0,05	0,05	0,05
11	300°	0,06	0,06	0,06	0,06
12	330°	0,06	0,05	0,06	0,06

Hasil grafik antara *plane 1* dan *plane 2* ditunjukkan pada gambar 4. 18



Gambar 4. 18 Hasil grafik kerataan pada *plane 1* dan *plane 2*

Dari hasil tabel pengukuran kerataan dapat disimpulkan bahwa *plane 1* dan *plane 2* tidak rata sempurna. Terdapat beberapa titik yang mengalami penyimpangan yang berbeda. Kerataan permukaan dapat dilihat dari *plane 1*, titik terdalam berada di titik 150° sebesar 0,04 mm dan titik tertinggi berada di titik 30°, 60°, 120° sebesar -0,03 mm. Sedangkan, hasil dari pengukuran di *plane 2* titik

tertinggi terjadi di titik 120° sebesar -0,07 mm dan titik terendah terjadi di titik terendah di titik 300° dan 330° sebesar 0,06 mm.

4.2.4 Hasil pengujian ketebalan *plane 1* dan *plane 2*

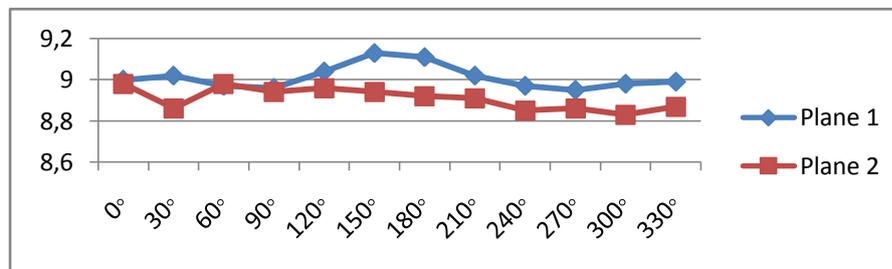
Hasil dari pengujian dilakukan pada 12 titik atau pada tiap lubang dudukan pemberat (*mass*). Berikut adalah hasil data yang telah diambil seperti pada Tabel 4. 3 dan Gambar 4. 19.

Tabel 4. 3 Tabel hasil pengujian ketebalan pada *plane*

Pengujian ketebalan plane menggunakan Mikrometer dengan kecermatan 0,01mm					
No	Sudut	Hasil Pengukuran			
		Plane 1			
		Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
1	0°	9	9	9	9
2	30°	9,02	9,03	9,02	9,02
3	60°	8,97	8,96	8,97	8,97
4	90°	8,96	8,96	8,97	8,96
5	120°	9,04	9,05	9,04	9,04
6	150°	9,12	9,13	9,13	9,13
7	180°	9,11	9,11	9,1	9,11
8	210°	9,02	9,03	9,02	9,02
9	240°	8,98	8,97	8,97	8,97
10	270°	8,96	8,95	8,95	8,95
11	300°	8,96	8,98	8,98	8,98
12	330°	8,99	8,99	8,98	8,99
Plane 2					
		Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
1	0°	8,98	8,98	8,96	8,98
2	30°	8,86	8,86	8,86	8,86
3	60°	8,98	8,98	8,97	8,98
4	90°	8,94	8,93	8,94	8,94
5	120°	8,94	8,96	8,96	8,96
6	150°	8,93	8,94	8,94	8,94
7	180°	8,91	8,92	8,92	8,92
8	210°	8,9	8,91	8,91	8,91

9	240°	8,85	8,84	8,85	8,85
10	270°	8,85	8,86	8,86	8,86
11	300°	8,83	8,85	8,83	8,83
12	330°	8,85	8,87	8,87	8,87

Hasil grafik antara *plane 1* dan *plane 2* ditunjukkan pada gambar 4. 19.



Gambar 4. 19 Hasil grafik ketebalan pada *plane 1* dan *plane 2*

Dari hasil tabel pengukuran ketebalan dapat disimpulkan bahwa *plane 1* dan *plane 2* tidak tebal sempurna. Terdapat beberapa titik yang mengalami penyimpangan yang berbeda. Ketebalan permukaan dapat dilihat dari *plane 1*, titik terdalam berada di titik 270° sebesar 8,95 mm dan titik tertinggi berada di titik 150° sebesar 9,13mm. Sedangkan, hasil dari pengukuran di *plane 2* titik tertinggi terjadi di titik 0° dan 60° sebesar 8,98 mm dan titik terendah terjadi di titik terendah di titik 300 ° sebesar 8,83 mm.

4.2.5 Hasil pengujian keseimbangan (*balance*) putaran pada *plane 1* dan *plane 2*

Hasil pengujian keseimbangan (*balance*) putaran rotor tersebut merupakan suatu pengujian dimana pada *rotor* atau *plane* terjadi ketidakseimbangan (*unbalance*) menjadi seimbang (*balance*), hasil pengujian getaran secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 2. Berikut tabel hasil dari pengujian getaran dari posisi mesin kiri, tengah dan kanan sebagai berikut.

a) Hasil pengujian getaran posisi kiri meja yang ditunjukkan pada Tabel 4. 4.

Tabel 4. 4 Hasil *balancing* mesin pada posisi kiri meja

Tabel Hasil Pengujian Getaran Pada Posisi Kiri				
No	Plane	A/Plane 1	B/Plane 2	Keterangan
1	IR	15.2 mm/s	7.97 mm/s	<i>Unbalance</i>
		180°	166°	
2	TWA1	2 gr	-	
		0°	-	
3	TRA1	10.8 mm/s	6.56 mm/s	<i>Unbalance</i>
		143°	136°	
4	TWB1	-	2 gr	
		-	0°	
5	TRB1	12.2 mm/s	8.11 mm/s	<i>Unbalance</i>
		158°	154°	
6	CW1	1.40 gr	4.19 gr	
		268°	145°	
7	CR1	0.426 mm/s	0.419 mm/s	<i>Balance</i>
		198°	321°	
Keterangan :				
IR	Initial Run			
TW	Trail Weight			
TR	Trail Run			
CW	Correction Weight			
CR	Correction Run			

b) Hasil pengujian getaran posisi tengah meja yang ditunjukkan Tabel 4. 5.

Tabel 4. 5 Hasil *balancing* mesin pada posisi tengah meja

Tabel Hasil Pengujian Getaran Pada Posisi Tengah				
No	Plane	A/Plane 1	B/Plane 2	Keterangan
1	IR	14.2 mm/s	5.04 mm/s	<i>Unbalance</i>
		230°	164°	
2	TWA1	2 gr	-	
		0°	-	
3	TRA1	15.9 mm/s	5.40 mm/s	<i>Unbalance</i>
		192°	150°	

4	TWB1	-	2 gr	
		-	0°	
5	TRB1	9.13 mm/s	6.54 mm/s	<i>Unbalance</i>
		207°	158°	
6	CW1	5.50 gr	1.16 gr	
		229°	174°	
7	CR1	0.022 mm/s	0.100 mm/s	<i>Balance</i>
		203°	283°	

Keterangan :

IR	Initial Run
TW	Trail Weight
TR	Trail Run
CW	Correction Weight
CR	Correction Run

c) Hasil pengujian getaran posisi kanan meja yang ditunjukkan pada Tabel 4. 6

Tabel 4. 6 Hasil *balancing* mesin pada posisi kanan meja

Tabel Hasil Pengujian Getaran Pada Posisi Kanan				
No	Plane	A/Plane 1	B/Plane 2	Keterangan
1	IR	16.4 mm/s	6.07 mm/s	<i>Unbalance</i>
		204°	162°	
2	TWA1	2 gr	-	
		0°	-	
3	TRA1	12.6 mm/s	6.20 mm/s	<i>Unbalance</i>
		173°	157°	
4	TWB1	-	2 gr	
		-	0°	
5	TRB1	9.38 mm/s	5.86 mm/s	<i>Unbalance</i>
		220°	167°	
6	CW1	4.02 gr	1.28 gr	
		247°	130°	
7	CR1	0.462 mm/s	0.730 mm/s	<i>Balance</i>
		203°	283°	

Keterangan :

IR	Initial Run
TW	Trail Weight
TR	Trail Run

CW Correction Weight

CR Correction Run

Pada proses analisa data ini, hasil getaran akan dibandingkan dengan standar ISO-10816 *Vibration Severity Chart*, Sehingga dapat diketahui kondisi dari *plane*. menurut standar ISO-10816 *Vibration Severity Chart*, nilai getaran dari hasil pengujian yang dilakukan pada posisi kiri *plane* 1 dengan hasil 0.426 mm/s dan *plane* 2 dengan hasil 0.419 mm/s (*Class 1*) masuk daerah kondisi peralatan “good”, kemudian pada posisi tengah *plane* 1 dengan hasil 0.022 mm/s dan *plane* 2 dengan hasil 0.100 mm/s (*Class 1*) masuk daerah kondisi peralatan “good”, kemudian pada posisi kanan *plane* 1 dengan hasil 0.462 mm/s dan *plane* 2 dengan hasil 0.730 mm/s (*Class 1*) masuk daerah kondisi peralatan “good” yang dapat dilihat pada lampiran 4, Hal ini menunjukkan bahwa kondisi alat masuk dalam kategori baik. Hal ini dapat dilihat pada standar ISO-10816 *Vibration Severity Chart*. Grafik standar ISO-10816 ditunjukkan pada Gambar 4. 20.

VIBRATION SEVERITY PER ISO 10816						
	Machine		Class 1 Small machines	Class 2 Medium machines	Class 3 Large rigid foundation	Class 4 large soft foundation
	in/s	mm/s				
Vibration velocity V _{ms}	0.01	0.28				
	0.02	0.45				
	0.03	0.71			Good	
	0.04	1.12				
	0.07	1.28				
	0.11	2.80		satisfactory		
	0.18	4.50				
	0.28	7.10		unsatisfactory		
	0.44	11.2				
	0.70	18.0				
	0.71	28.0		unacceptable		
	1.10	45.0				

Gambar 4. 20 ISO-10816 *Vibration Severity Chart* (ISO Saverity 10816)

4.3 Perawatan

Perawatan adalah suatu kombinasi dari semua tindakan yang dilakukan dalam rangka mempertahankan atau mengembalikan sesuatu pada kondisi yang dapat diterima. Pelumasan dan kebersihan suatu mesin adalah suatu tindakan perawatan yang paling dasar yang harus dilakukan sebelum dan sesudah

menggunakan mesin karna hal tersebut dapat mencegah terjadinya keausan dan korosi yang merupakan faktor utama penyebab kerusakan elemen-elemen mesin.

Pekerjaan pertama yang dapat dilakukan adalah membersihkan peralatan dari debu maupun kotoran-kotoran lain yang dianggap tidak perlu. Debu ini akan menjadi inti bermulanya proses kondensasi dari uap air yang berada di udara. Butir air yang terjadi pada debu tersebut lambat laun akan merusak permukaan kerja dari alat tadi, sehingga secara keseluruhan peralatan tersebut akan menjadi rusak. Perawatan mesin bertujuan untuk menjaga agar mesin tetap awet dan tetap bekerja secara optimal.

Pekerjaan kedua adalah memeriksa bagian-bagian dari peralatan yang dianggap kritis yang perlu dilakukan secara teratur mengikuti suatu pola jadwal tertentu. Jadwal ini dibuat atas dasar pertimbangan-pertimbangan, sebagai berikut:

- Berdasarkan pengalaman yang lalu dalam suatu jenis pekerjaan yang sama diperoleh informasi mengenai selang waktu atau frekuensi untuk melakukan pemeriksaan se-minimal mungkin dan se-ekonomis mungkin tanpa menimbulkan resiko yang berupa kerusakan pada unit instalasi yang bersangkutan
- Berdasarkan sifat operasinya yang dapat menimbulkan kerusakan setelah beroperasi dalam selang waktu tertentu
- Berdasarkan rekomendasi dari pabrik pembuat unit instalasi yang bersangkutan. Pekerjaan selanjutnya adalah memperbaiki bila terdapat kerusakan pada bagian unit instalasi pada saat melaksanakan pemeriksaan pekerjaan memperbaiki ini harus sedemikian rupa, sehingga mencapai standar semula dengan usaha dan biaya yang wajar.

Pada mesin ini kami menggunakan metode perawatan mandiri atau sering disebut dengan *autonomous maintenance*. Dalam perawatan mandiri ini operator pelaku utamanya karena operator merupakan personil yang paling dekat dengan mesin atau alat, sehingga operator sebenarnya yang seharusnya tahu tentang kondisi mesin dari waktu ke waktu. Operator memegang peranan utama dalam hal

merawat mesin atau alat. Perawatan mandiri mengajarkan kepada operator mengenai cara-cara merawat atau memelihara mesin atau alat melalui kegiatan pemeriksaan harian, pelumasan, penggantian suku cadang reparasi kecil dan mendeteksi dini faktor *abnormal*.

Oleh karena itu, perawatan secara berkala memang berperan penting dalam perawatan kepresisian dan mencegah terjadinya keausan. Perawatan yang dapat dilakukan untuk merawat mesin alat bantu pengajaran perawatan prediktif ini adalah sebagai berikut :

a. Bantalan (*Bearing*)

Untuk perawatan komponen ini oleh operator harus diperhatikan benar-benar. Perawatan harian atau mingguan yang dapat dilakukan adalah dengan memeriksa kondisi *bearing* itu sendiri. Selain itu juga membersihkan kotoran atau debu yang menempel yang dapat merusak bantalan (*bearing*). Pemeriksaan putaran *bearing* dan pemeriksaan kebersihan rumah *bearing*.

b. Motor Penggerak

Perawatan pada motor listrik ini dengan memeriksa kelistrikannya saja pada saat akan beroperasi. Apakah semua kabel telah tersambung dengan benar atau ada kesalahan dan juga ada tidaknya kabel yang terkelupas jangan sampai terjadi *short circuit*, sehingga menimbulkan kebakaran pada motor.

c. Rotor (*Plane*)

Perawatan pada rotor (*plane*) massa dengan memberikan pelumas saat akan dan sesudah menggunakan mesin karena gaya gesekan yang di terima oleh komponen ini sangat besar, Selain itu perawatan harian atau mingguan yang dapat dilakukan adalah dengan memberi pelumas dan membersihkan kotoran dan debu yang menempel.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil uji coba dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pembuatan alat bantu praktikum perawatan prediktif *two plane balancing* adalah sebagai berikut:
 - Diameter luar *plane* 150 mm, diameter dalam *plane* 11,6 mm, tebal 9 mm.
 - Motor penggerak AC 220V dan ½ Hp
 - Terdapat 12 lubang *mass* pada *plane* 1 dan *plane* 2 dengan sudut 30°.
 - *Plane* yang digunakan berbahan *stainless steel*.
2. Dari hasil pengujian pada posisi kiri *plane* 1 dengan hasil 0.426 mm/s dan *plane* 2 dengan hasil 0.419 mm/s (*Class 1*) masuk daerah kondisi peralatan “good”, kemudian pada posisi tengah *plane* 1 dengan hasil 0.022 mm/s dan *plane* 2 dengan hasil 0.100 mm/s (*Class 1*) masuk daerah kondisi peralatan “good”, kemudian pada posisi kanan *plane* 1 dengan hasil 0.462 mm/s dan *plane* 2 dengan hasil 0.730 mm/s (*Class 1*) masuk daerah kondisi peralatan “good”. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi alat masuk dalam kategori baik.. masih dalam kondisi baik yang dapat dilihat dari ISO-10816 *Vibration Severity Chart*.

5.2 Saran

Dari alat yang kami buat pada mesin ini masih memiliki banyak kekurangan. Untuk memaksimalkan hasil kerja mesin tersebut, maka kami menyarankan :

1. Mesin ini dapat lebih dikembangkan lagi, terutama pada kontruksi mesin dan fungsi mesin ini sendiri.
2. Motor yang tidak tahan panas yang meyebabkan alat sensor getaran pada *vibroport* tidak bisa membaca hasil getaran.

3. Hasil pembubutan pada *plane* yang kurang memuaskan karena faktor proses pembubutan yang kurang rapi.

DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto. (2003). *Dasar-dasar Teknik Mesin*. Jakarta: PT. Bhineka Cipta Jakarta.
- Djulianto, H. (2006). *Perawatan Prediktif Pada Mesin / Engine*. Diakses Agustus Selasa, 2019, dari Academia.edu: <https://www.academia.edu>
- Karyasa, T. B. (2010). *Dasar Dasar Getaran Mekanis*. Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Lindley R.Higgins, R. K. (2002). *Maintenance Engineering Handbook*.
- Moleong, L. J. (2013). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Muhamad Riva'i, N. (2018). Analisa Kerusakan Bantalan Bola Bearing (Ball Bearing). *Jurnal Manutech Polman Babel* , 41-45.
- Mukhlis, F. (2014, Mei Jumat). *Materi kuliah*. Diakses Agustus Senin, 2019, dari Faishal Mukhlis: aishal-mukhlish.com
- Mustajib, A. N. (2013). *Sistem Perawatan Terpadu*. Yogyakarta: Indonesia.
- Sarwano. (2006). *metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suga, K., & Sularso. (2002). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT.Pradaya Paramita.
- Try Hadmoko, dkk. (2016). Balancing Rotor Dengan Analisa Sinyal Getaran Dalam Kondisi Steady State. *Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol 1* , 252.
- Yatin Ngadiyono, M. (2010). *Pemeliharaan Mekanik Industri*. Yogyakarta: Kementrian Pendidikan Nasional UMY.

LAMPIRAN 1
(Daftar Riwayat Hidup)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Samsul Bahri

NIM : 0011656

Tempat, tanggal lahir : Tempilang, 17 juli 1998

Agama : Islam

Jenis Kelamin : Laki-laki

Status : Belum Kawin

Alamat : Jl. Air Lintang, Desa Air Lintang, Kec.Tempilang Kab. Bangka Barat

No. Phone : 0813-6829-8803



Riwayat Pendidikan

Tahun	Asal Sekolah
Lulus 2010	SD Negeri 7 Tempilang
Lulus 2013	Mts NURUL HUDA Tempilang
Lulus 2016	SMA SINAR JAYA Tempilang

Pengalaman Kerja

4 Bulan	PKL PT. JEMBO CABLE COMPANY Tbk
---------	------------------------------------

Sungailiat, 9 Agustus 2019

Samsul Bahri

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Yarimasio Mieko
NIM : 0011659
Tempat, tanggal lahir : Belinyu, 7 November 1998
Agama : Islam
Jenis Kelamin : Laki-laki
Status : Belum Kawin
Alamat : Kp Sekip Kec. Belinyu Kel. Belinyu Kab. Bangka
No. Phone : 08127951701



Riwayat Pendidikan

Tahun	Asal Sekolah
Lulus 2010	SD Negeri 1 Belinyu
Lulus 2013	SMP Negeri 1 Belinyu
Lulus 2016	SMK YPN Belinyu

Pengalaman Kerja

4 Bulan	PKL PT. JEMBO CABLE COMPANY Tbk
---------	------------------------------------

Sungailiat, 9 Agustus 2019

Yarimasio Mieko

LAMPIRAN 2
(Hasil Pengujian *Balancing*)

LAMPIRAN 2

HASIL PENGUJIAN *BALANCING*

- Hasil pengujian pada posisi kiri

Tabel Hasil Pengujian Getaran Pada Posisi Kiri

No	Plane	A/Plane 1	B/Plane 2	Keterangan
1	IR	15.2 mm/s	7.97 mm/s	<i>Unbalance</i>
		180°	166°	
2	TWA1	2 gr	-	
		0°	-	
3	TRA1	10.8 mm/s	6.56 mm/s	<i>Unbalance</i>
		143°	136°	
4	TWB1	-	2 gr	
		-	0°	
5	TRB1	12.2 mm/s	8.11 mm/s	<i>Unbalance</i>
		158°	154°	
6	CW1	1.40 gr	4.19 gr	
		268°	145°	
7	CR1	0.426 mm/s	0.419 mm/s	<i>Balance</i>
		198°	321°	

Keterangan :

IR Initial Run

TW Trail Weight

TR Trail Run

CW Correction Weight

CR Correction Run

- Hasil pengujian pada posisi tengah

Tabel Hasil Pengujian Getaran Pada Posisi Tengah

No	Plane	A/Plane 1	B/Plane 2	Keterangan
1	IR	14.2 mm/s	5.04 mm/s	<i>Unbalance</i>
		230°	164°	
2	TWA1	2 gr	-	
		0°	-	
3	TRA1	15.9 mm/s	5.40 mm/s	<i>Unbalance</i>
		192°	150°	
4	TWB1	-	2 gr	

		-	0°	
5	TRB1	9.13 mm/s	6.54 mm/s	<i>Unbalance</i>
		207°	158°	
6	CW1	5.50 gr	1.16 gr	
		229°	174°	
7	CR1	0.022 mm/s	0.100 mm/s	<i>Balance</i>
		203°	283°	

Keterangan :

IR Initial Run

TW Trail Weight

TR Trail Run

CW Correction Weight

CR Correction Run

- Hasil pengujian pada posisi kanan

Tabel Hasil Pengujian Getaran Pada Posisi Kanan

No	Plane	A/Plane 1	B/Plane 2	Keterangan
1	IR	16.4 mm/s	6.07 mm/s	<i>Unbalance</i>
		204°	162°	
2	TWA1	2 gr	-	
		0°	-	
3	TRA1	12.6 mm/s	6.20 mm/s	<i>Unbalance</i>
		173°	157°	
4	TWB1	-	2 gr	
		-	0°	
5	TRB1	9.38 mm/s	5.86 mm/s	<i>Unbalance</i>
		220°	167°	
6	CW1	4.02 gr	1.28 gr	
		247°	130°	
7	CR1	0.462 mm/s	0.730 mm/s	<i>Balance</i>
		203°	283°	

Keterangan :

IR Initial Run

TW Trail Weight

TR Trail Run

CW Correction Weight

CR Correction Run

LAMPIRAN 3
(TABEL PERAWATAN)

PERAWATAN MEDIA PEMBELAJARAN *TWO PLANE BALANCING*

<i>Work procedure</i>		<i>LUBRICATION STANDARD</i>				<i>Effective until :</i>	
<i>Type of machine :</i>		<i>Departement :</i>		<i>Equipment :</i>		<i>Issued :</i>	
No	Gambar mesin	Lokasi	Kriteria/ pelumasan	Metode	Peralatan	Waktu	Periode
1		<i>Plane 1 dan plane 2</i>	Bersih/terl umasi	Dibersihkan	Majun (kain lap)	30 detik	Harian

<i>Work procedure</i>		<i>CLEANING STANDARD</i>			<i>Effective until :</i>		
<i>Type of machine :</i>		<i>Departement :</i>	<i>Equipment :</i>		<i>Issued :</i>		
No	Gambar mesin	Lokasi	Kriteria	Metode	Peralatan	Waktu	Periode
1		Meja Mesin	Bersih dari debu/kontaminasi	Dibersihkan	Kain lap (majun)	30 detik	Harian
2		Kerangka mesin	Bersih dari debu/kontaminasi	Dibersihkan	Kain lap (majun)	1 menit	Harian
3		Motor	Bersih dari debu/kontaminasi	Dibersihkan	Kain lap (majun)	1 menit	Harian



AUTONOMOUS MAINTENANCE
PEMERIKSAAN MANDIRI MEDIA PEMBELAJARAN *TWO PLANE*
BALANCING

	NO	Lokasi/bagian	Kriteria	Metode	Peralatan	Periode			
						H	M	B	T
Inspeksi	1	Rangka mesin	Bebas kontaminasi dari debu dan kotoran	Dibersihkan	Lap	✓			
	2	Meja mesin	Bersih	Dibersihkan	Lap	✓			
	3	Motor	Bersih	Dibersihkan	Lap	✓			
Pelumasan	4	<i>Plane 1 dan plane 2</i>	Baik	Diperiksa	Oli	✓			

		 <i>AUTONOMOUS MAINTENANCE</i> PEMERIKSAAN MANDIRI MEDIA PEMBELAJARAN <i>TWO PLANE</i> <i>BALANCING</i>							
		NO	Lokasi/bagian	Kriteria	Metode	Peralatan	Periode		
H	M						B	T	
Inspeksi	5	Mur pengikat <i>plane</i>	Kencang	Diperiksa	Kunci pas dan ring	✓			
	6	Baut pengikat rangka	Kencang	Diperiksa	Kunci pas dan ring	✓			
	7	Baut pengikat motor listrik	Kencang	Diperiksa	Kunci pas dan ring	✓			
	8	Baut pengikat dudukan motor	Kencang	Diperiksa	Kunci pas dan ring	✓			

Keterangan:

H(Harian) , M (Mingguan) , B (Bulanan), T (Tahunan)

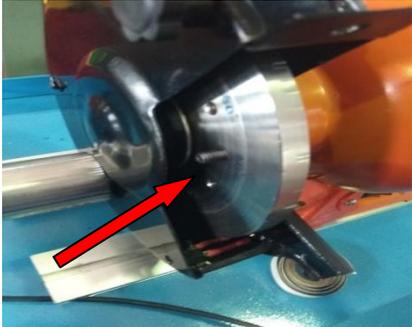
LAMPIRAN 4
(ISO-10816 *Vibration Severity Chart*)

VIBRATION SEVERITY PER ISO 10816						
	Machine		Class 1 Small machines	Class 2 Medium machines	Class 3 Large rigid foundation	Class 4 large soft foundation
	in/s	mm/s				
Vibration velocity Vms	0.01	0.28				
	0.02	0.45				
	0.03	0.71		Good		
	0.04	1.12				
	0.07	1.28				
	0.11	2.80		satisfactory		
	0.18	4.50				
	0.28	7.10		unsatisfactory		
	0.44	11.2				
	0.70	18.0				
	0.71	28.0		unacceptable		
	1.10	45.0				

Pada media pembelajaran perawatan prediktif *maintenance “two plane balancing”* pada laboratorium perawatan dan perbaikan mesin-Polman Babel yang digunakan untuk melihat tabel pada *vibration severity per ISO 10816* yaitu dengan melihat *machine class 1 small machines* dan satuan mm/s.

LAMPIRAN 5
(SOP penggunaan mesin)

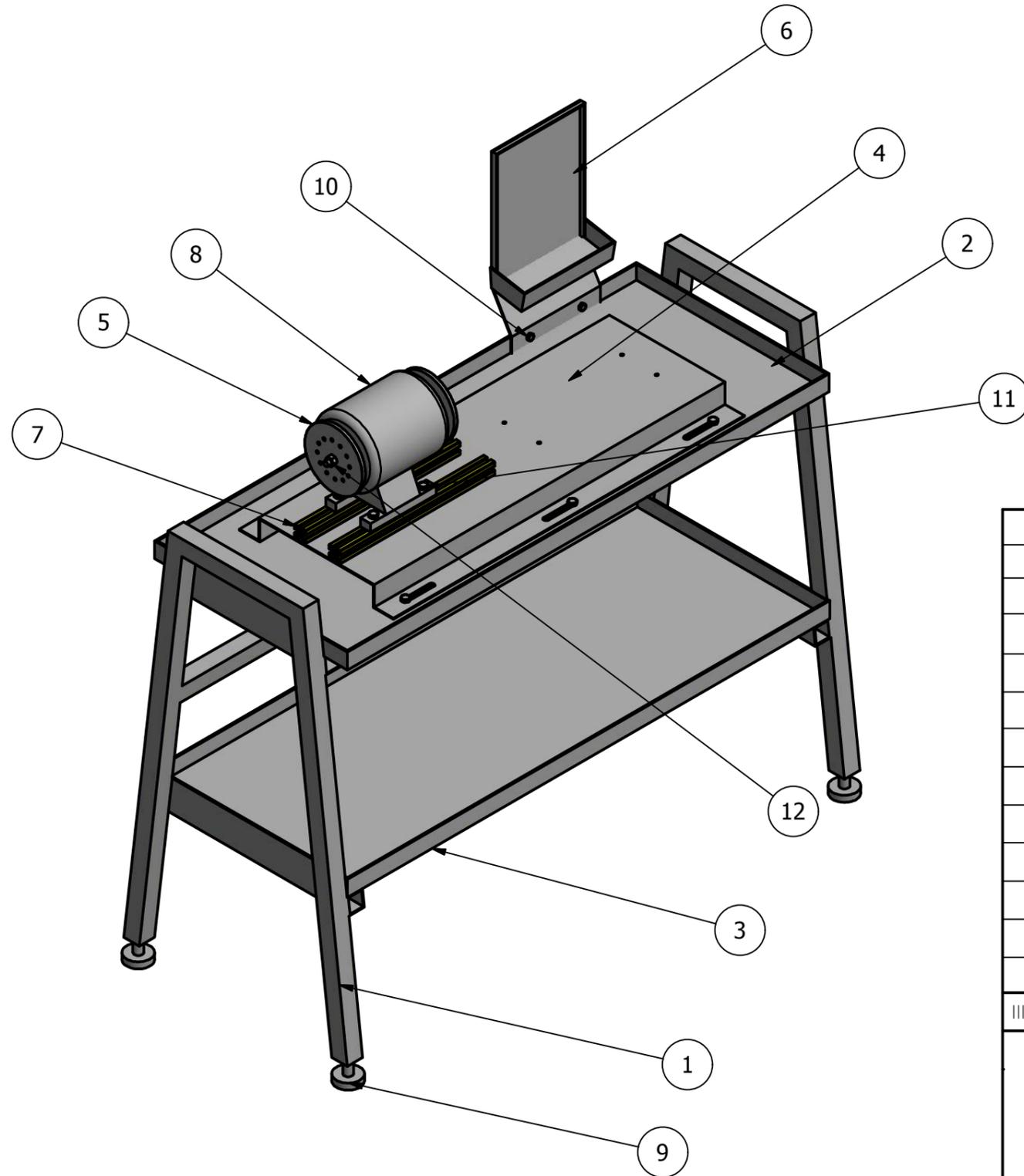
Standard Operational Procedure Media Pembelajaran *Prediktif Maintenance*
 “Two Plane Balancing” pada Laboratorium Perawatan dan Perbaikan Mesin

No	Gambar	Keterangan
1		Pastikan mesin benar-benar siap untuk dioperasikan
2		Hubungkan kabel <i>power</i> ke sumber aliran listrik
3		Pemasangan <i>Sensor Chanel A</i> pada gaya aksil dan <i>Sensor Chanel B</i> pada gaya <i>radial</i> pada vibrometer
5		Ketika data ketidakseimbangan telah didapatkan, lalu atur pemberat (<i>mess</i>) di plane 1 dan dilanjutkan dengan plane 2

6		<p>Hasil pengujian akan tersimpan di alat ukur getaran. Kemudian data di alat ukur getaran tersebut akan menunjukkan bagian mana yang akan diberi beban agar <i>plane 1</i> dan <i>plane 2</i> dapat <i>balance</i>.</p>
7		<p>Setelah alat <i>balance</i>, Pengujian data <i>balancing</i> yang sudah didapatkan kemudian di simpan dan di data. (lakukan pengujian di posisi kiri, tengah dan kanan)</p>

LAMPIRAN 6
(Gambar Kerja)

1. ∇ N8 /
Tol.Sedang



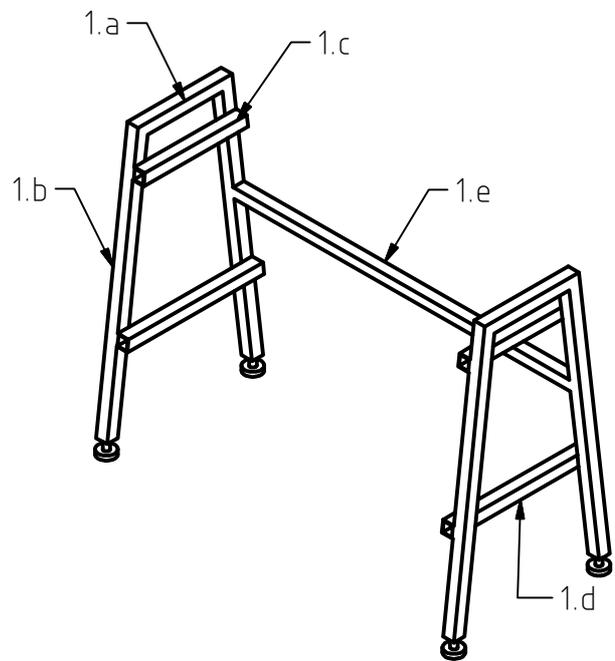
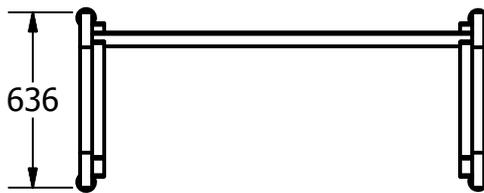
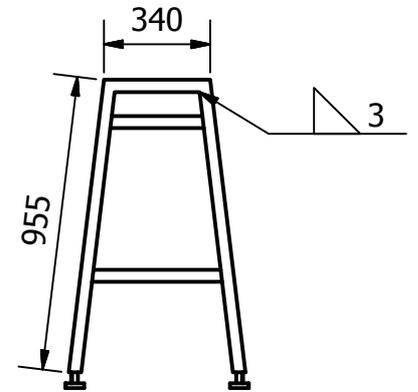
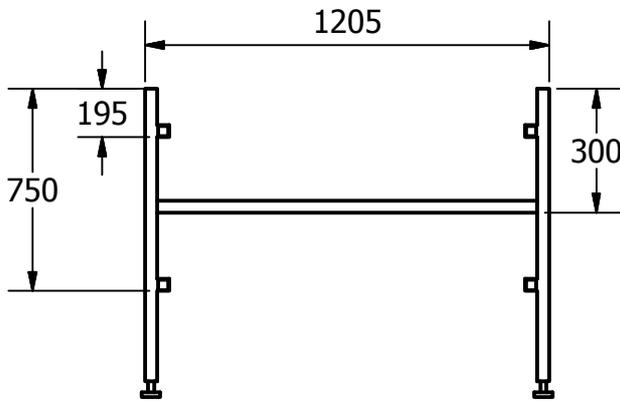
	2	Mur M12	12	ST 37	M12x5	
	4	Baut M8	11	ST 37	M8X30	
	8	Baut M6	10	ST 37	M6x12	
	1	Adjuster	9	Karet	Ø10x75	
	1	Motor DC	8	-	-	
	2	Profil	7	Alumunium	400x30x30	
	1	Dudukan Buku	6	Baja karbon rendah	432x230x13	
	2	Plane	5	Stainless steel	Ø150x10	
	1	Dudukan Alat	4	Baja karbon rendah	910x400x50	
	1	Meja Bagian Bawah	3	Baja karbon rendah	500x40x1250	
	1	Meja Bagian Atas	2	Baja karbon rendah	500x40x1250	
	1	Rangka	1	Baja karbon rendah	1205X955X340	
	Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Ket.

III	II	I	<p>Media Pembelajaran</p> <p>Two Plane Balancing</p>			Skala	Digambar	07/08/19	Yari. M	
							1:10	Dilihat		
							Diperiksa			

Politeknik Manufaktur Negeri Babel

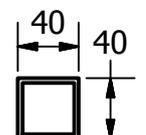
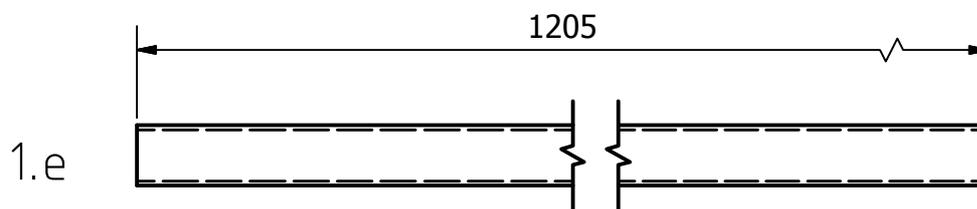
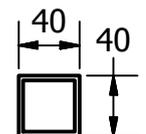
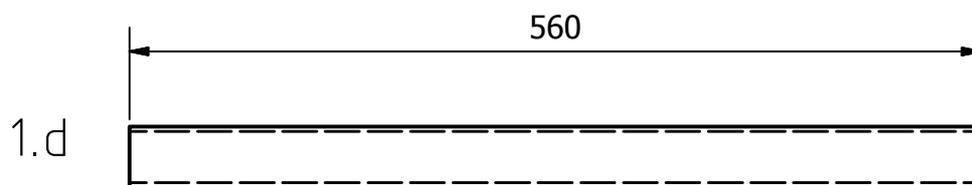
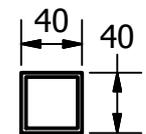
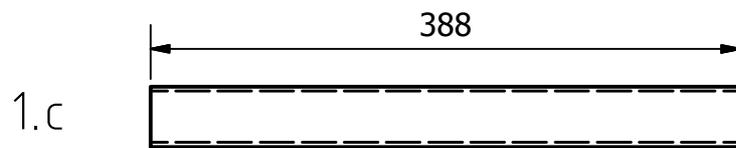
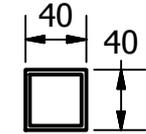
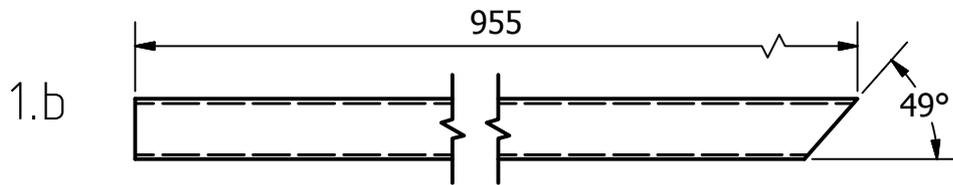
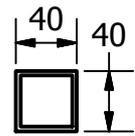
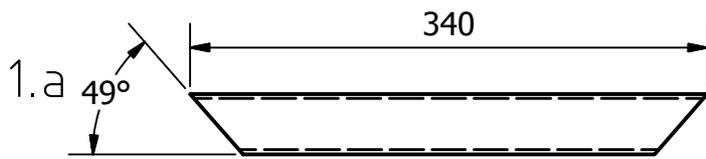
Gbr.PA/2019

1. ∇ N8 /
Tol.Sedang



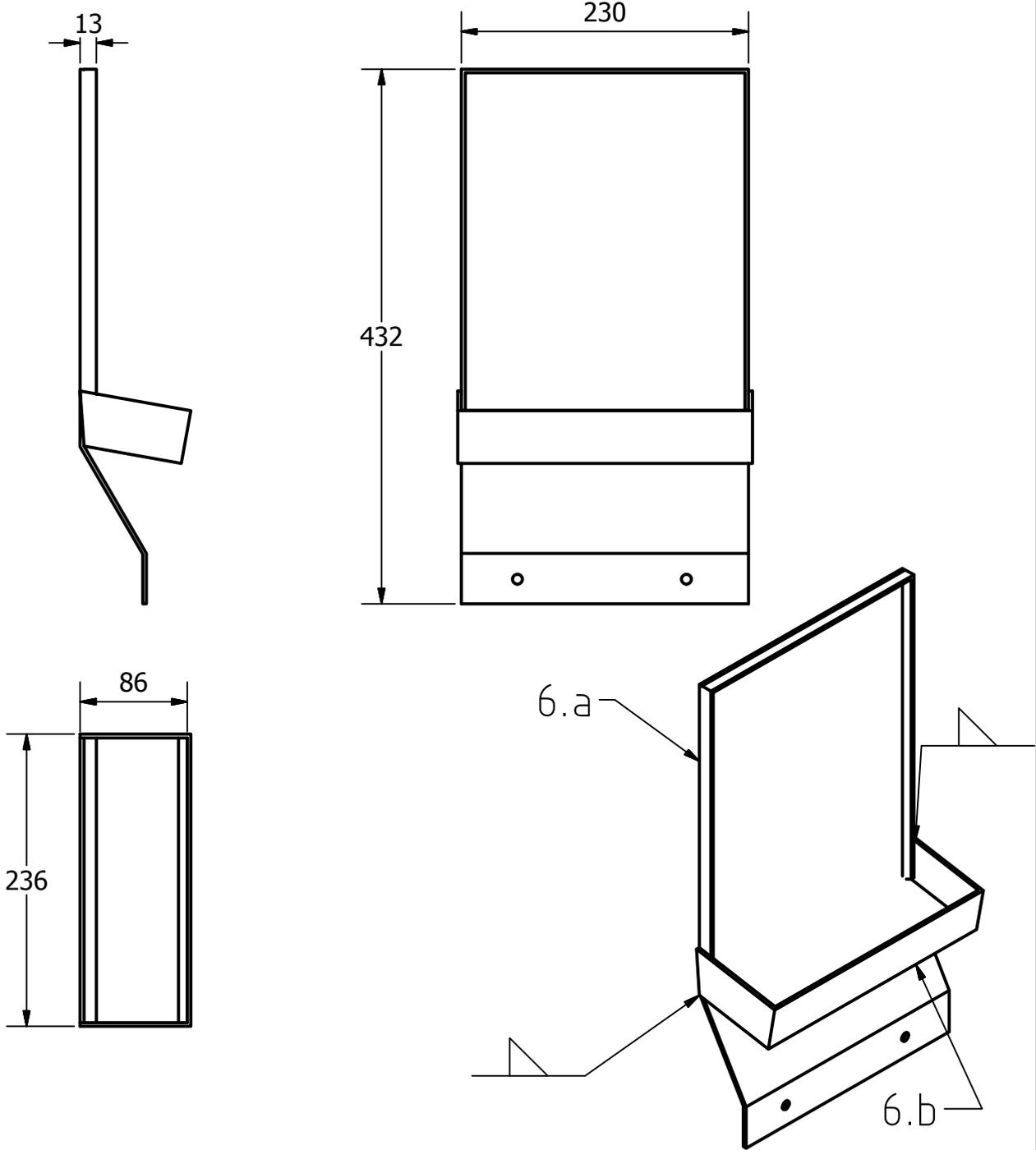
			Bagian 5	1.e	Baja karbon rendah	1205x40x40			
			Bagian 4	1.d	Baja karbon rendah	560x40x40			
			Bagian 3	1.c	Baja karbon rendah	388x40x40			
			Bagian 2	1.b	Baja karbon rendah	955x40x40			
			Bagian 1	1.a	Baja karbon rendah	340x40x40			
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag.	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I	Media Pembelajaran Two Plane Balancing				Skala	Digambar 07/08/19 Yari. M	
							1 : 25	Diperiksa	
								Dilihat	

1. $\frac{N8}{\nabla}$
Tol.Sedang



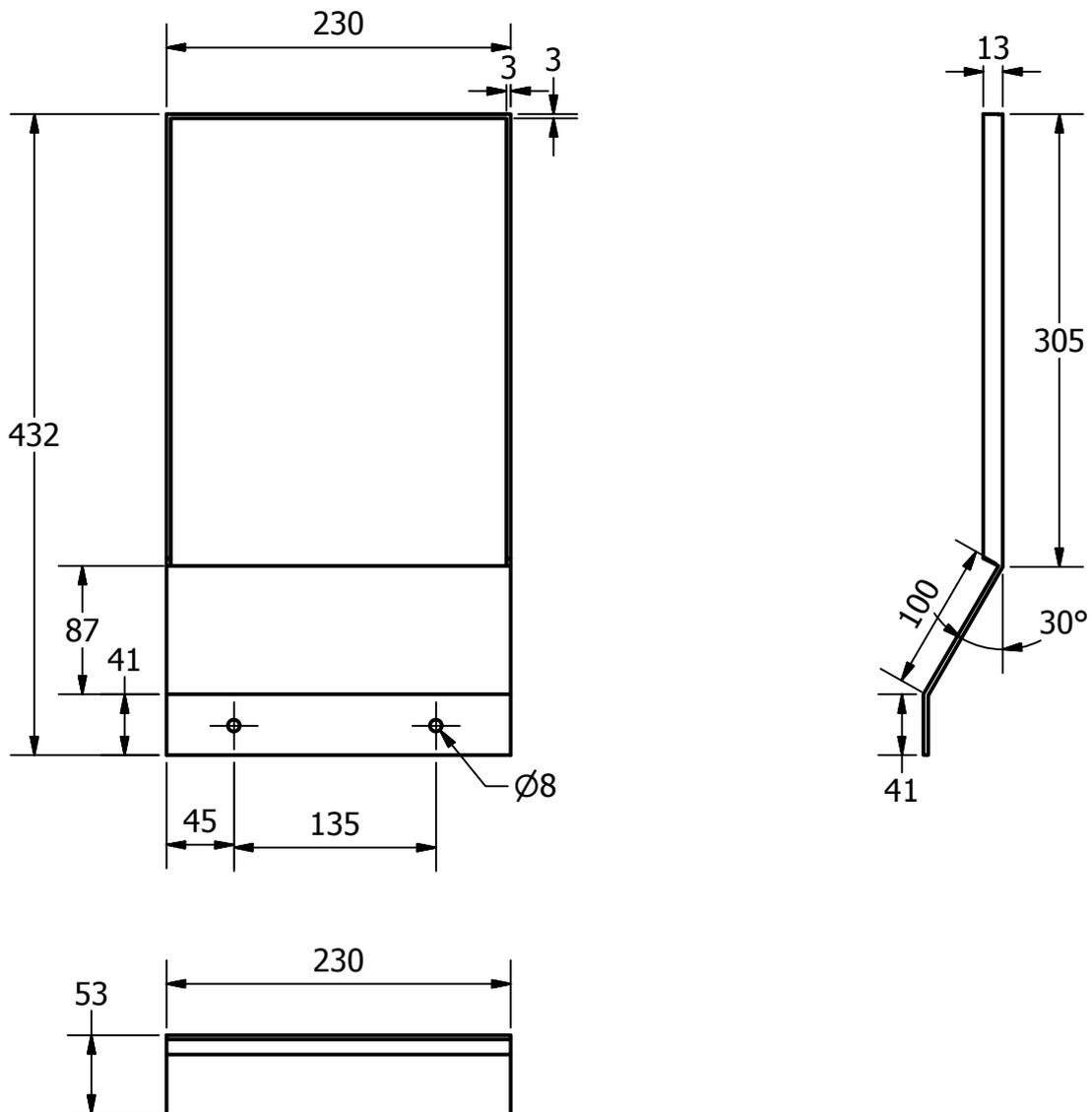
			Bagian 5	1.e	Baja karbon rendah	1205x40x40			
			Bagian 4	1.d	Baja karbon rendah	560x40x40			
			Bagian 3	1.c	Baja karbon rendah	388x40x40			
			Bagian 2	1.b	Baja karbon rendah	955x40x40			
			Bagian 1	1.a	Baja karbon rendah	340x40x40			
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag.	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I	Media Pembelajaran Two Plane Balancing				Skala	Digambar 07/08/19 Yari. M	
							Diperiksa		
							Dilihat		

6. $\frac{N8}{\nabla}$
Tol.Sedang



		1	Dudukan buku	6	Baja karbon rendah	432x230x13			
	Jumlah		Nama Bagian	No. Bag.	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I							
			Media Pembelajaran Two Plane Balancing			Skala 1 : 5	Digambar	07/08/19	Yari M
							Diperiksa		
							Dilihat		
Politeknik Manufaktur Negeri Babel						Gbr.PA/2019			

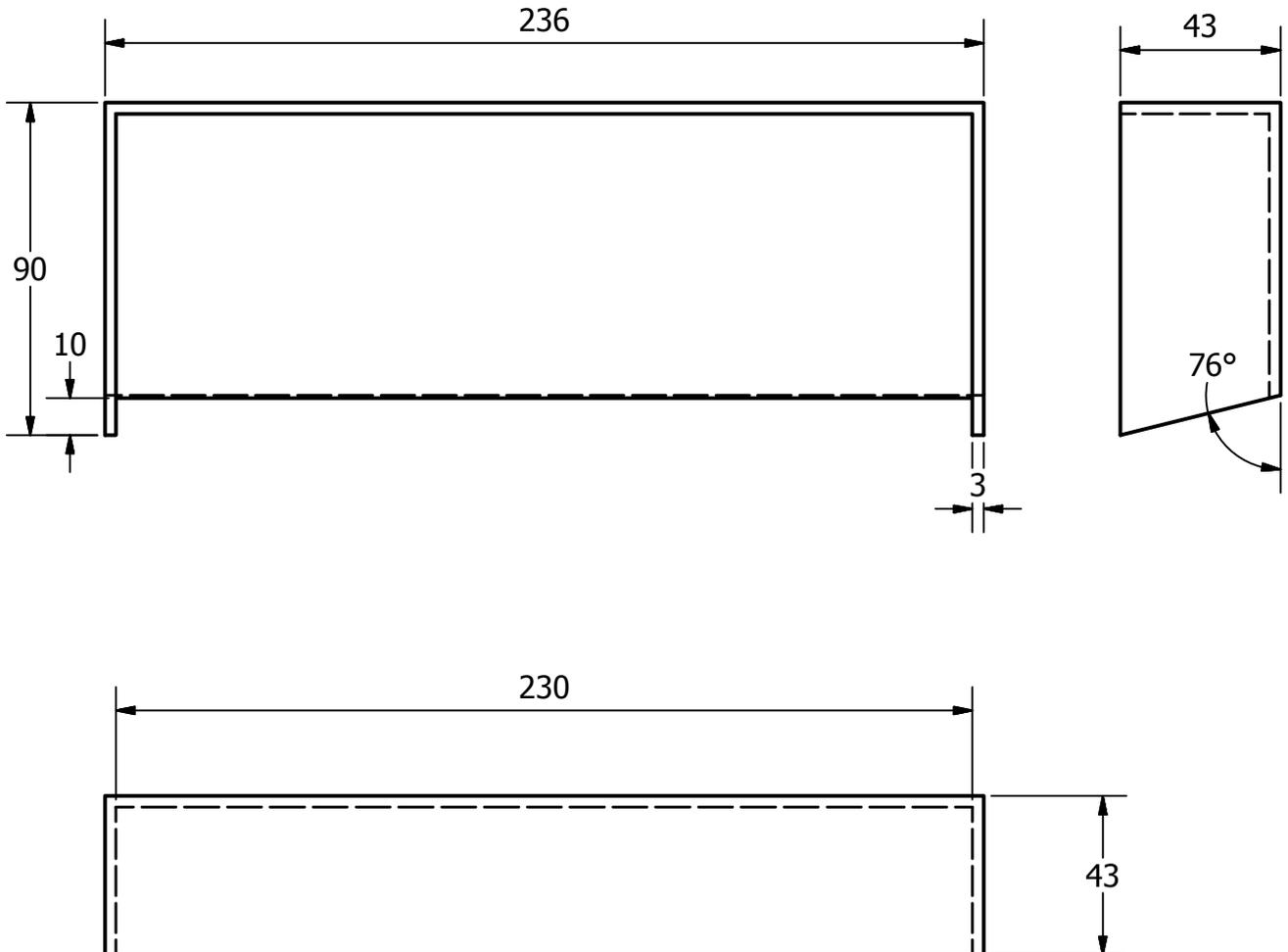
6.a ∇ ^{N8}
Tol.Sedang



		1	Dudukan Buku Bagian 1	6.a	Baja karbon rendah	432x230x13			
	Jumlah		Nama Bagian	No. Bag.	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I							
			Media Pembelajaran Two Plane Balancing			Skala 1 : 5	Digambar	07/08/19	Yari M
							Diperiksa		
							Dilihat		
Politeknik Manufaktur Negeri Babel						Gbr.PA/2019			

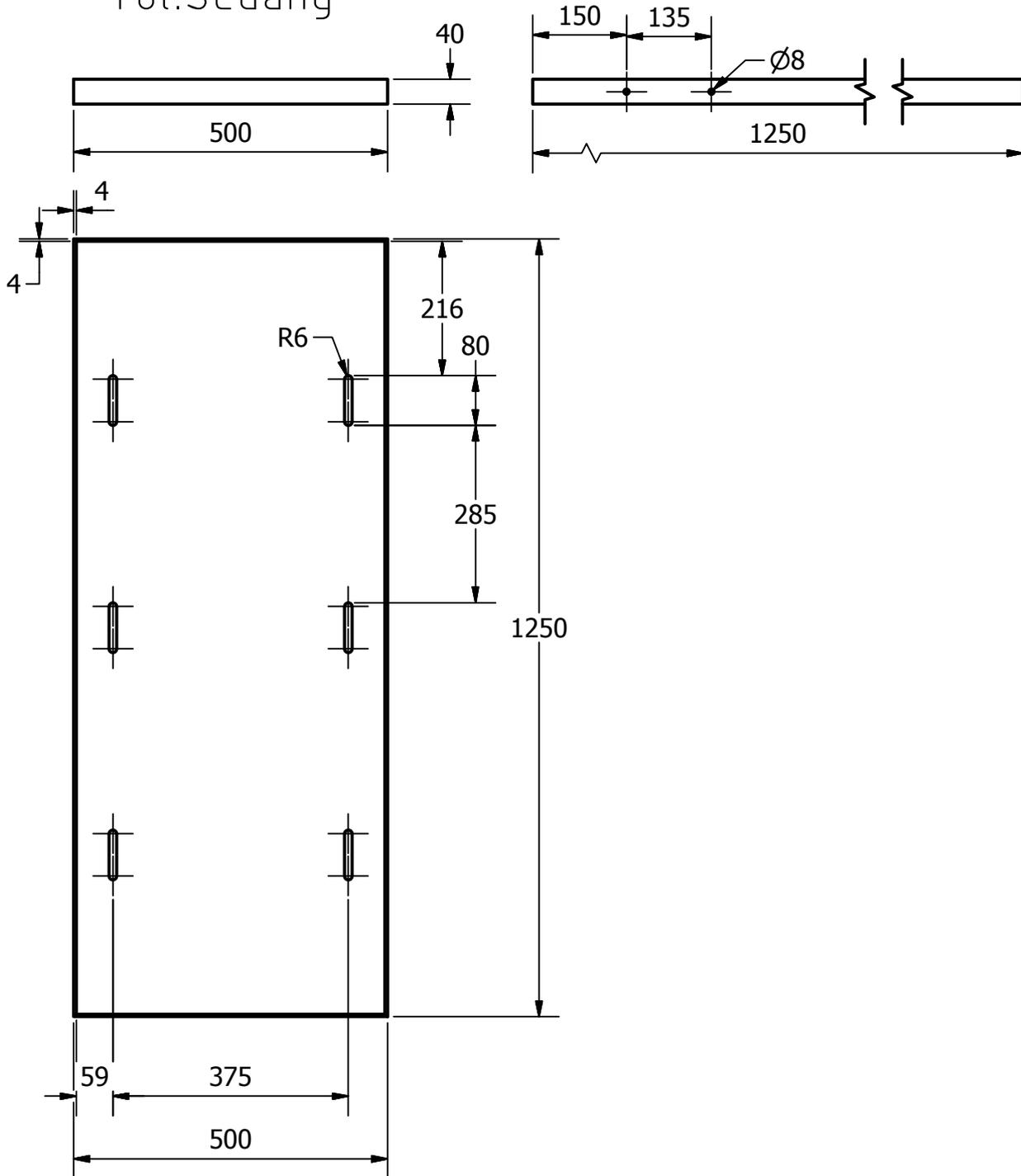
6.b. $\frac{N8}{\nabla}$

Tol.Sedang



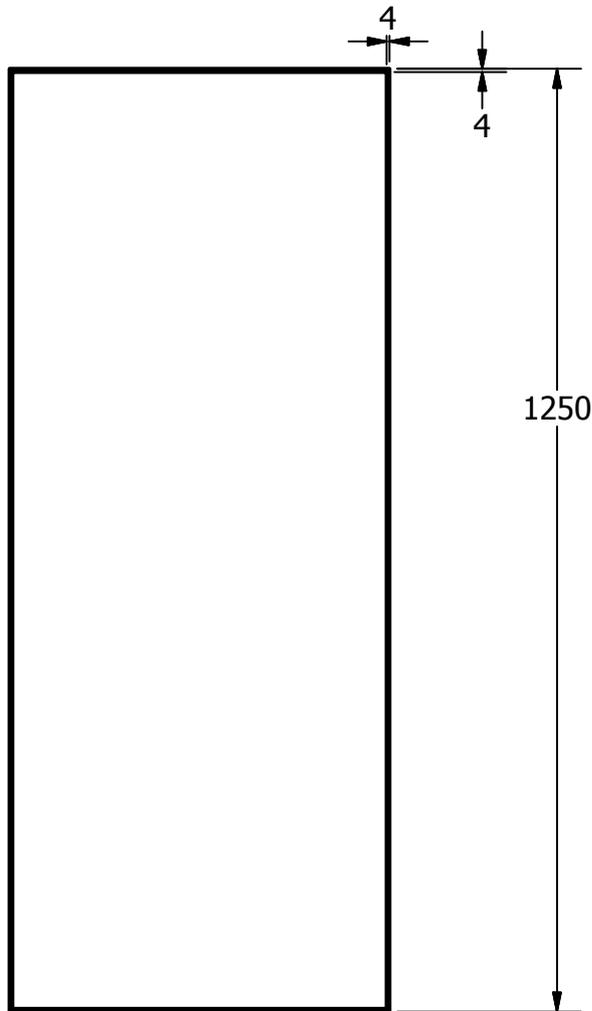
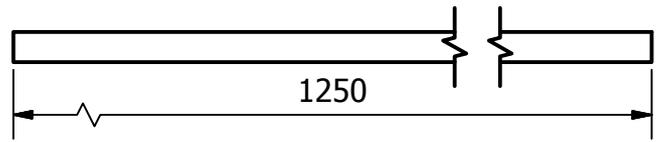
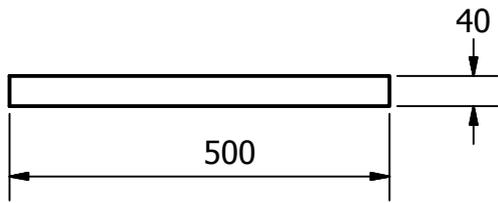
		1	Dudukan Buku Bagian 2	6.b	Baja karbon rendah	236x90x43			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag.	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I							
			Media Pembelajaran Two Plane Balancing			Skala 1 : 10	Digambar	07/08/19	Yari M
							Diperiksa		
							Dilihat		
Politeknik Manufaktur Negeri Babel						Gbr.PA/2019			

2. $\nabla \frac{N8}{\text{Tol.Sedang}}$



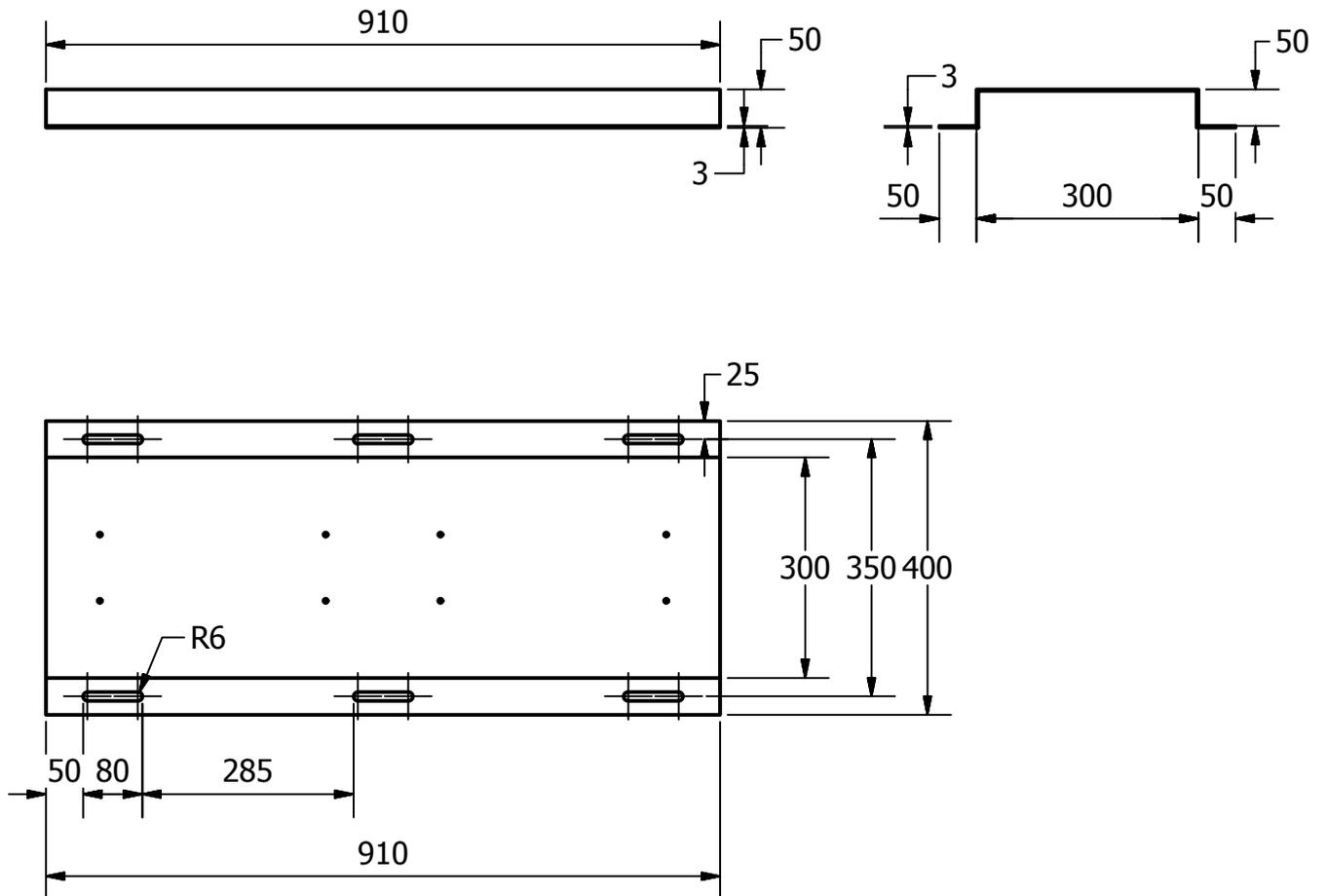
		1	Meja Bagian Atas	2	Baja karbon rendah	500x40x1250			
	Jumlah		Nama Bagian	No. Bag.	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I							
			Media Pembelajaran Two Plane Balancing			Skala 1 : 10	Digambar	07/08/19	Yari.M
							Diperiksa		
							Dilihat		
Politeknik Manufaktur Negeri Babel						Gbr.PA/2019			

3. $\nabla \frac{N8}{\text{Tol.Sedang}}$



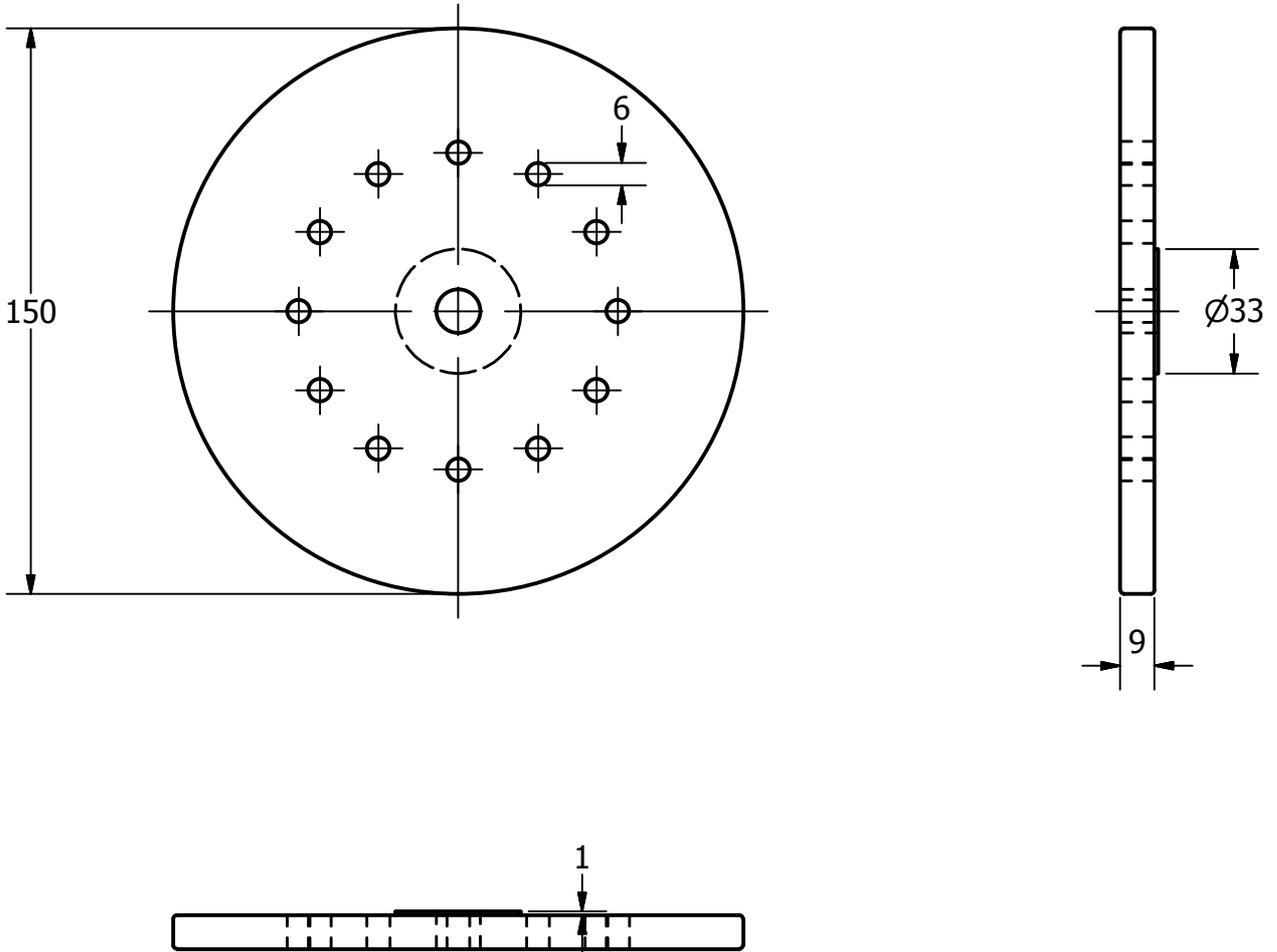
		1	Meja Bagian Bawah	3	Baja karbon rendah	500x40x1250			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag.	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I							
			Media Pembelajaran Two Plane Balancing			Skala 1 : 10	Digambar	07/08/19	Yari.M
							Diperiksa		
							Dilihat		
Politeknik Manufaktur Negeri Babel						Gbr.PA/2019			

4. $\nabla \frac{N8}{}$
Tol.Sedang



		1	Dudukan Alat	4	Baja karbon rendah	910x400x50			
	Jumlah		Nama Bagian	No. Bag.	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I							
			Media Pembelajaran Two Plane Balancing			Skala 1 : 10	Digambar	07/08/19	Yari M
							Diperiksa		
							Dilihat		
Politeknik Manufaktur Negeri Babel						Gbr.PA/2019			

5. $\nabla \frac{N8}{\text{Tol.Sedang}}$



		2	Plane	5	Stainless steel	Ø150x10			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag.	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I							
			Media Pembelajaran Two Plane Balancing			Skala 1 : 2	Digambar	07/08/19	Yari M
							Diperiksa		
							Dilihat		
Politeknik Manufaktur Negeri Babel						Gbr.PA/2019			

LAMPIRAN 7
(Foto Alat/Mesin)

