

RANCANG BANGUN *FIXTURE* UNTUK BLOK KALIBRASI UT

Windi Hapsari¹, Ir. Rahman Hakim, S.T., M.Sc., IPM., ASEAN Eng.*, Ir. Benny Haddli Irawan, M.T., IPM., ASEAN Eng **

Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik Mesin
Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia
¹E-mail: windihapsari04@gmail.com

Abstrak

Kegiatan kalibrasi merupakan kegiatan yang penting untuk dilakukan dalam setiap pekerjaan di dunia manufaktur. Kegiatan ini merupakan proses penyesuaian atau perbandingan suatu alat ukur dengan standar yang ditentukan, sehingga dapat dipastikan bahwa alat tersebut memberikan hasil pengukuran yang akurat. Tidak sedikit proses kalibrasi yang terjadi di lapangan membutuhkan waktu, karena didalam prosesnya ditemukan kesulitan. Hal ini terjadi pada kalibrasi alat *Ultrasonic Test* menggunakan Blok Kalibrasi UT, alat ini dikalibrasi dengan salah satu blok yang memiliki bentuk silinder dengan bobot sebesar 33.8 kg, kesulitan yang dialami oleh *inspector* yang menggunakan blok ini ialah, proses merotasikan blok yang sulit dilakukan, yang dimana blok ini memiliki 12 titik kalibrasi. Selanjutnya kuplan (oli) yang *inspector* gunakan saat melakukan kalibrasi berjatuhan pada alas *rubber* dan meja kalibrasi yang membuat area sekitar blok berserakan sisa oli dan licin, oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dengan merancang *fixture* untuk membantu dalam proses kalibrasi menggunakan blok. Perancangan alat difokuskan pada permintaan *user (inspector)*, berupa alat yang merotasikan blok dengan mudah dan juga dapat menampung kuplan (oli) sisa saat proses kalibrasi. Sketsa DoF (*Degree of Freedom*) dan prinsip *locating & clamping* akan membantu dalam proses perancangan. Berdasarkan hasil simulasi FEM (*Finite Element Method*) menunjukkan bahwa nilai *stress* maksimumnya ialah 18.495 Mpa dan nilai *Factor of Safety* pada *fixture* adalah 13, serta *fixture* ini menghasilkan nilai *improvement cycle time* proses kalibrasi sebanyak 48.7%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa rancang bangun *fixture* efektif menurunkan *cycle time* proses kalibrasi.

Kata kunci: *Fixture*, Blok kalibrasi UT, Simulasi, *Cycle Time*

Abstract

Calibration is an important activity to be carried out in every work in the manufacturing world. This activity is a process of adjusting or comparing a measuring instrument with a specified standard, so that it can be ensured that the tool provides accurate measurement results. Not a few calibration processes that occur in the field take time, because in the process found difficulties. This occurs in the calibration of the Ultrasonic Test tool using the UT Calibration Block, this tool is calibrated with a block that has a cylindrical shape with a weight of 33.8 kg, the difficulty experienced by the inspector who uses this block is, the process of rotating the block which is difficult to do, where this block has 12 calibration points. Furthermore, the kuplan (oil) that the inspector uses when calibrating falls on the rubber mat and calibration table which makes the area around the block scattered with oil residue and slippery, therefore this research was conducted to solve the problem by designing a fixture to assist in the calibration process using the block. The design of the tool is focused on user (inspector) requests, in the form of a tool that rotates the block easily and can also accommodate the remaining kuplan (oil) during the calibration process. Sketches of DoF (Degree of Freedom) and locating & clamping principles will help in the design process. Based on the results of the FEM (Finite Element Method) simulation, it shows that the maximum stress value is 18.495 Mpa and the Factor of Safety value on the fixture is 13, and this fixture produces an improved Cycle Time value for the calibration process of 48.7%. Therefore, it can be concluded that the design of the fixture effectively reduces the cycle time of the calibration process.

Keywords: *Fixture*, *Calibration Block*, *Cycle Time*

1 Pendahuluan

PT XYZ adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi peralatan kontrol tekanan minyak dan gas, termasuk katup, kepala sumur, dan sistem rakitan untuk pengeboran, serta produksi dan transmisi minyak dan gas bumi (*Wellhead Spare part dan Christmas Tree*). Perusahaan memiliki banyak departemen, salah satunya yaitu Departemen *Quality*. Departemen ini memiliki banyak hubungan dengan kualitas produk, hal ini dilakukan melalui inspeksi atau pengecekan secara menyeluruh pada produk, salah satunya ialah pengecekan produk menggunakan *Ultrasonic Test* atau yang biasa di singkat menjadi *UT inspection*.

Uji ultrasonik merupakan salah satu metode uji tidak merusak bahan. Uji ultrasonik ini memanfaatkan perambatan gelombang dengan frekuensi tinggi, berkisar 1 MHz sampai dengan 10 MHz (ultrasonik).[1] Gelombang ultrasonik ini menembus material dan dipantulkan ketika mengenai area reflektif yang rusak. Gelombang yang dipantulkan diterima oleh *probe* dan sinyal yang dapat diamati muncul. Tes ini dapat mendeteksi adanya cacat internal seperti retak, gelembung udara, dan lainnya yang ada di dalam material, selain itu alat dapat mengukur ketebalan material, mengetahui struktur material, serta dapat digunakan untuk memeriksa kualitas sambungan ataupun komponen peralatan seperti sudut las, baut, dan lainnya.[1] Alat ini dilengkapi dengan *probe ultrasonic* yang akan menghantarkan gelombang ultrasonik. Pada Gambar 1 dapat dilihat proses kalibrasi menggunakan blok kalibrasi.



Gambar 1 : Proses Kalibrasi menggunakan Blok kalibrasi

Tentunya alat UT ini memerlukan kalibrasi, kalibrasi dilakukan untuk memastikan hasil pengukuran dari instrumen atau alat ukur sudah benar dan akurat.[2] Alat ukur dapat mengalami penurunan performa setelah pemakaian beberapa lama sehingga dibutuhkannya kalibrasi. Pada proses kalibrasi, alat UT ini menggunakan blok yang sudah di rancang dengan desain dan jenis materialnya, sehingga blok ini diketahui pasti nilainya dan teruji stabil. blok ini memiliki cacat buatan dengan dimensi yang telah diketahui dengan tepat.



Gambar 2 : Alat UT dan Blok Kalibrasi UT

Pada Gambar 2 diatas merupakan foto blok kalibrasi beserta alat ultrasonic yang digunakan *inspector*. Alat ultrasonik harus dikalibrasi dengan bantuan blok kalibrasi setiap kali digunakan. Ini termasuk blok kalibrasi V1, V2, *step wedge*, dan sebagainya. [3] Blok Kalibrasi menjadi acuan untuk proses kalibrasi alat UT sebelum alat tersebut siap untuk digunakan, menjadi referensi atau standar yang digunakan untuk memastikan akurasi dan konsistensi peralatan uji ultrasonik. Blok kalibrasi ini merupakan blok yang di *custom* sesuai kebutuhan, blok berbentuk silinder, dimana terdapat 12 lubang yang menjadi titik kalibrasi pada sisi-sisi blok. Pada proses kalibrasi, *probe* dari alat UT ditempelkan sejajar pada setiap sisi lubang, sehingga sangat memungkinkan adanya pergeseran dan perubahan rotasi dari blok kalibrasi. Blok ini memiliki bobot yang cukup berat yaitu 33.8 Kg, hal ini menempatkan para *inspector* yang akan melakukan kalibrasi berada dalam *line of fire* (kondisi berbahaya) saat melakukan pergerakan dari blok kalibrasi UT. Hal ini membuat para *inspector* merasa kesulitan saat melakukan kalibrasi.

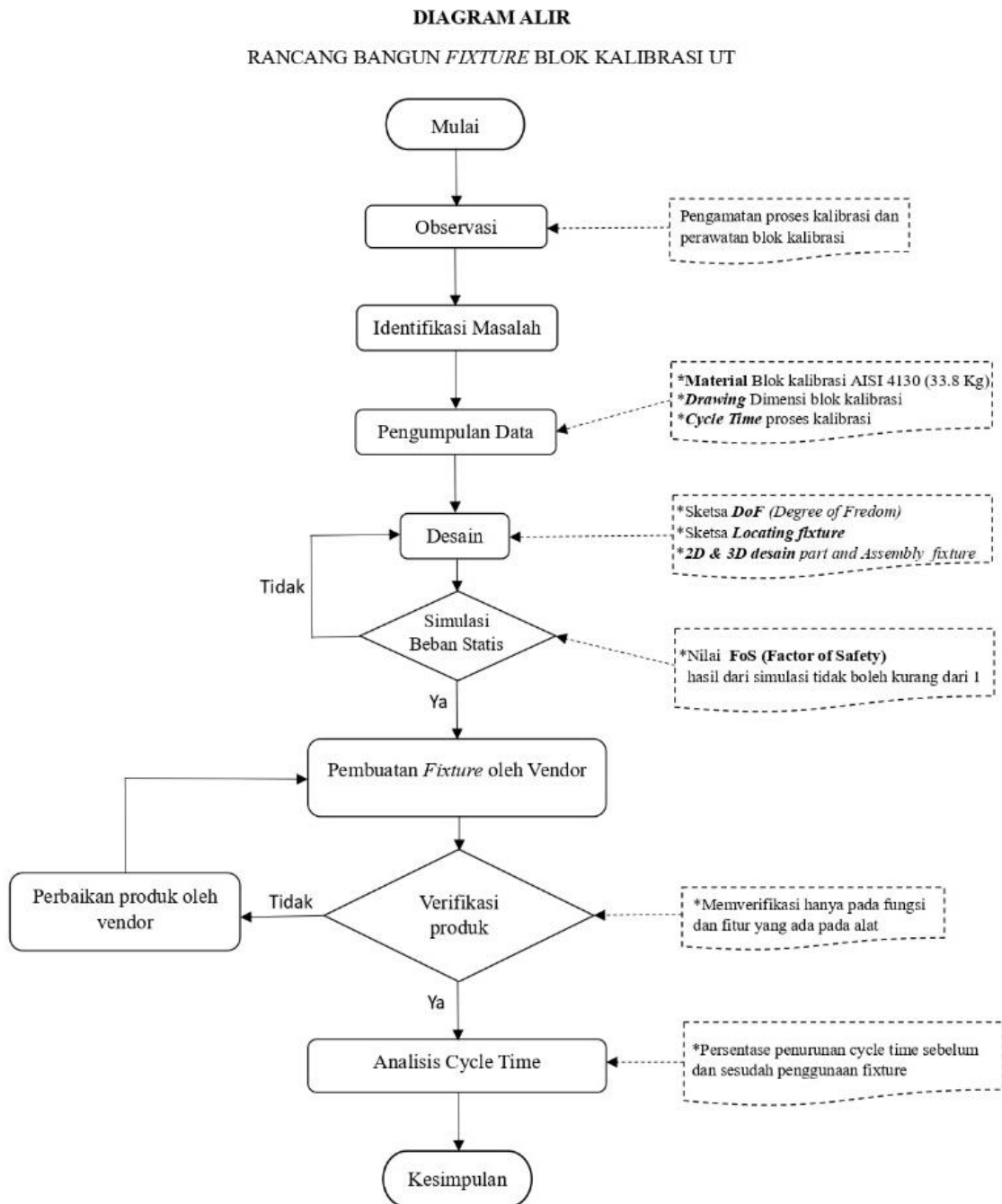
Tujuan dari penelitian ini yaitu merancang alat bantu untuk menopang dan merotasikan blok kalibrasi UT dengan baik, sehingga pilihan yang tepat ialah merancang *fixture* untuk blok kalibrasi UT. *Fixture* adalah suatu alat untuk mempertahankan lokasi, menahan dan menopang suatu benda kerja selama operasi, tetapi berbeda dengan *Jig* karena *fixture* bukan untuk memandu alat pemotong. [4] Batasan masalah dari penelitian ini adalah pembuatan rancang bangun *fixture*, simulasi beban statis pada *fixture*, dan perhitungan *improvement cycle time* proses kalibrasi. Manfaat adanya alat ini yaitu meningkatkan nilai produktifitas dari berkurangnya waktu kalibrasi.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di departemen *Quality control*. Pada proses penelitian alat dan bahan yang digunakan diantaranya:

- Blok Kalibrasi UT
- Alat *Ultrasonic Test* (USM 36)
- Stopwatch*
- Oli SAE20 (kupan)

Pada Gambar 3 menjelaskan diagram alir dari proses penyelesaian, mulai dari awal permasalahan hingga tahap akhir berupa hasil dari penelitian yang akan digambarkan melalui *flowchart*.



Gambar 3 : *Flowchart*

2.1 Mulai

Tahap pertama, setelah penulis mendapatkan issue atau permasalahan yang sedang terjadi dilapangan, penulis melakukan pencarian melalui *website* yang relevan dengan permasalahan tersebut.

2.2 Observasi

Pada tahap observasi, penulis melakukan peninjauan lapangan untuk mendapatkan sebuah fakta yang ada. Tujuan dari tahap ini ialah untuk mendapatkan informasi akurat dan keadaan sebenarnya yang terjadi dilapangan sehingga penulis dapat lebih mudah dalam merumuskan masalah dan mendapatkan solusi yang tepat.

2.3 Identifikasi Masalah

Setelah penulis melakukan observasi, penulis mengidentifikasi permasalahan yang terjadi, dibantu dengan catatan kriteria desain yang diajukan oleh *user (Inspector NDE)*. Tujuan dari tahap ini untuk mendapatkan solusi desain yang optimal untuk meningkatkan produktifitas, berikut kriteria desain :

- a) Desain memiliki fitur yang dapat merotasikan blok dengan mudah
- b) Terdapat penampung kuplan (oli).
- c) Terdapat pencekam blok saat tidak dirotasikan.
- d) Memilih material yang tidak merusak blok pada bagian perotasi.
- e) Meminimalisir proses permesinan saat pembuatan *fixture* oleh vendor, untuk meminimalkan *cost* produksi dan waktu pembuatan *fixture*.

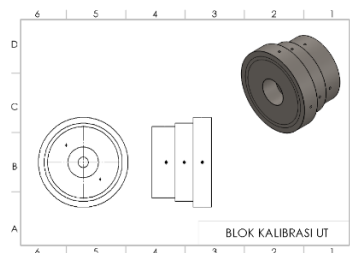
2.4 Pengumpulan Data

Penulis mengumpulkan data informasi yang dibutuhkan dalam penelitian, Data tersebut berupa tabel waktu yang digunakan dalam proses kalibrasi yang dilakukan oleh 3 inspector NDE yaitu inspector 1, inspector 2, inspector 3. Pendataan ini guna mendapatkan hasil rata-rata waktu pada proses kalibrasi menggunakan blok kalibrasi UT.

Tabel 1 : Cycle Time Proses Kalibrasi Sebelum Improvement

Pengujian ke-	Cycle Time Proses Kalibrasi Sebelum Improvement		
	Inspector 1	Inspector 2	Inspector 3
1	14 menit	13 menit 30 detik	15 menit 28 detik
2	15 menit 12 detik	14 menit	15 menit
3	15 menit	15 menit 32 detik	15 menit 15 detik
4	14 menit 30 detik	14 menit	14 menit
5	14 menit 36 detik	14 menit	15 menit 3 detik
Rata - rata	14 menit 40 detik	14 menit 12 detik	14 menit 54 detik
Rata – rata keseluruhan	14 menit 34 detik		

Pada pengambilan data diatas, dapat disimpulkan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan dalam proses kalibrasi ialah 14 menit 34 detik. Waktu ini dimulai dari proses persiapan blok kalibrasi, penegakan dan perotasian blok, melakukan proses kalibrasi, hingga proses pembersihan kuplan (oli) sisa kalibrasi. Data lainnya ialah desain blok kalibrasi pada Gambar 4 beserta dimensi terluarnya, jenis material dan berat dari blok untuk menjadi acuan dalam pembuatan desain *fixture*.



Gambar 4 : Detail Drawing Blok Kalibrasi UT

Terdapat catatan mengenai perawatan dan perlakuan blok kalibrasi agar desain *fixture* tidak merusak blok kalibrasi, catatan tersebut dilihat pada prosedur milik perusahaan dalam perawatan dan perlakuan blok, yaitu blok kalibrasi tidak memiliki kalibrasi rutin dalam jangka waktu tertentu, namun blok kalibrasi harus dirawat dan diperlakukan untuk menghindari karat ataupun permukaan kasar yang dapat merusak blok kalibrasi dan memengaruhi hasil kalibrasi.

2.5 Desain Fixture

Setelah berhasil mengumpulkan data maka tahap selanjutnya ialah pembuatan desain. Penulis mengawali dengan pembuatan sketsa DoF (*Degree of freedom*) dan sketsa komponen *fixture* untuk menjadi gambaran awal lokasi penopang ataupun pencekam yang akan dibuat. Selanjutnya penulis membuat desain 2D dan 3D part serta *assembly* menggunakan perangkat lunak *Solidworks*.

2.6 Simulasi beban statis Fixture

Setelah penulis selesai membuat desain, maka tahap selanjutnya ialah melakukan simulasi alat menggunakan fitur "*Simulation*" dengan perangkat lunak *Solidworks*, alat diberikan beban sesuai dengan bobot dari blok kalibrasi tersebut. Desain dinyatakan berhasil jika nilai FoS yang di dapat diatas 1.5.

2.7 Pembuatan Fixture oleh vendor

Pada tahap pembuatan alat, *fixture* akan di produksi oleh pihak eksternal (vendor) dengan desain yang telah dirancang sebelumnya.

2.8 Verifikasi Produk

Setelah vendor selesai memproduksi *fixture*, maka penulis memverifikasi produk dengan mengaplikasikan blok kalibrasi UT pada *fixture* yang telah selesai diproduksi. Memverifikasi apakah alat tersebut dapat menopang blok dan fitur yang ada pada alat berfungsi dengan baik.

2.9 Analisis Cycle Time

Penulis melakukan perbandingan *cycle time* proses kalibrasi sebelum dan sesudah adanya alat bantu *fixture*, data didapat dengan melakukan pengukuran waktu menggunakan alat ukur waktu berupa *stopwatch* saat inspector melakukan proses kalibrasi menggunakan blok kalibrasi.

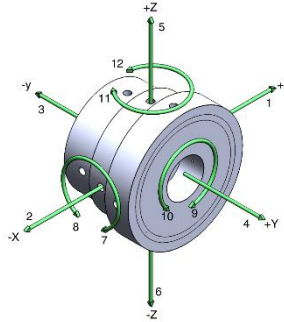
2.10 Kesimpulan

Tahap ini merupakan kesimpulan serta evaluasi dari solusi yang sudah dilakukan.

3 Analisa Data dan Pembahasan

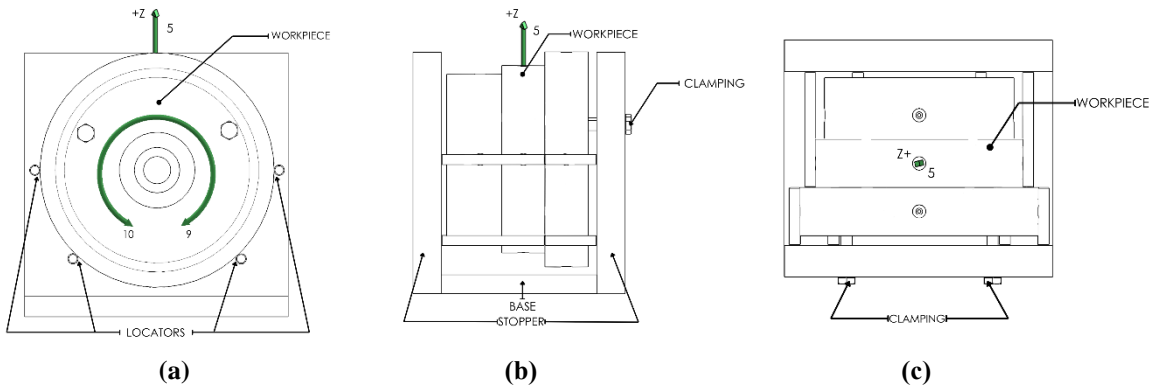
3.1. Desain Fixture

Desain diawali dengan pembuatan Sketsa DoF (*Degree of Freedom*) atau derajat kebebasan. Derajat kebebasan ini diperlukan untuk menentukan posisi sistem pada suatu waktu.[5] [6]Sketsa ini akan memudahkan penulis dalam mengidentifikasi arah yang akan dibatasi. Terdapat 12 derajat kebebasan pada blok kalibrasi yang menunjukkan arah atau posisi yang dapat terjadi pada blok, 12 derajat kebebasan dapat dilihat pada Gambar 5. Selanjutnya 12 derajat kebebasan ini akan dibatasi oleh komponen-komponen *fixture* yang akan di desain.

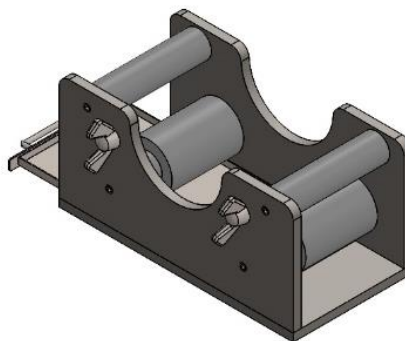


Gambar 5 : Sketsa *Degree of Freedom*

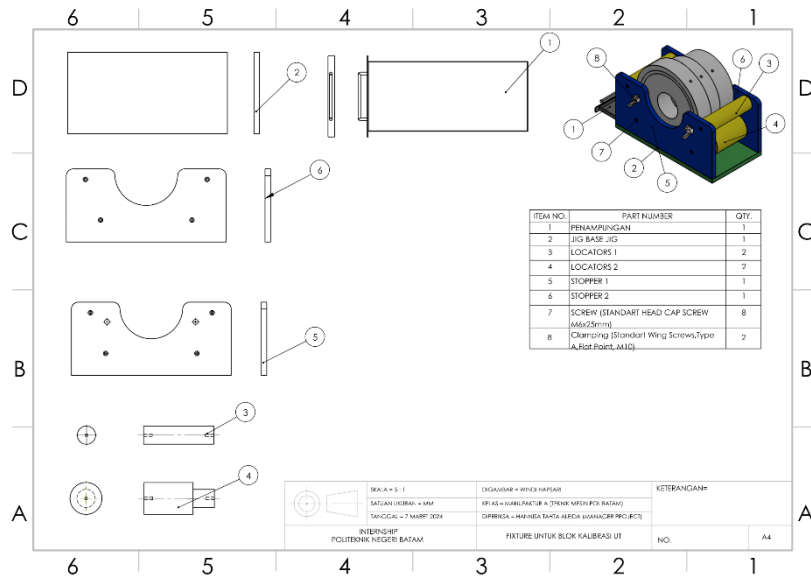
Dilanjutkan dengan tahap penentuan komponen pada *fixture*, berupa *base*, *clamping*, *stopper*, *locators*, serta letak benda kerja (*workpiece*). *Fixture* harus menempatkan benda kerja dengan benar dalam orientasi tertentu alat pemotong atau alat ukur, atau sehubungan dengan komponen lain.[7]Terlihat pada gambar (a) tampak depan , (b) tampak samping , dan (c) tampak atas. *Fixture* terdiri dari satu set *locators* dan *clamping*. *Locators* menentukan posisi dan orientasi benda kerja, dan *clamping* mengerahkan gaya penjepit sehingga benda kerja (*workpiece*) dapat ditekan dengan kuat. *Clamping* harus direncanakan dengan tepat pada *fixture*.[8] Komponen lainnya ialah *Stopper*, yang menjadi pembatas gerak dari benda kerja.



Setelah adanya sketsa ini, maka terlihat jelas arah mana saja yang akan dibatasi dengan letak dari komponen *fixture*, yang terdiri dari *base*, *locators*, *clamping*, dan *stopper*. Penulis melakukan proses desain menggunakan aplikasi *Solidworks*, dimensi pada *fixture* disesuaikan dengan ukuran dari blok kalibrasi UT dan juga dari kriteria desain yang diajukan oleh user. Desain dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini.



Gambar 6 : 3D *Fixture*



Gambar 7 : Detail Drawing Fixture

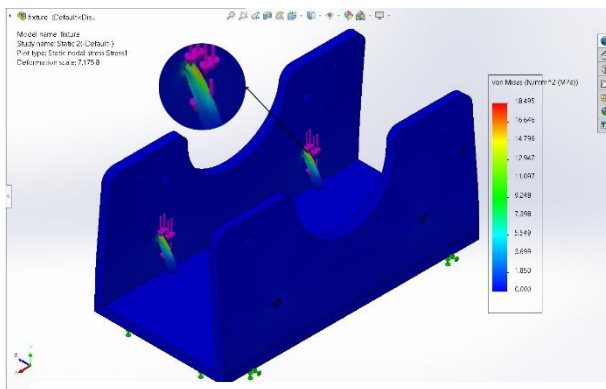
Dapat dilihat pada desain Gambar 6 dan Gambar 7, bahwa desain telah memenuhi kriteria yang diajukan oleh para *user (inspector)*, yang pertama desain pada *locators 1* dan *locators 2* memenuhi kriteria point a) yaitu “Desain memiliki fitur yang dapat merotasikan blok dengan mudah” dan juga pemilihan material berupa material *POM Acetal Copolymer* memenuhi kriteria point d) yaitu “Memilih material yang tidak merusak blok pada bagian perotasi”. Selanjutnya desain pada penampung memenuhi kriteria point b) yaitu “Terdapat penampung kuplan (oli)”, desain pada clamping memenuhi kriteria point c) yaitu “Terdapat pencekam blok saat tidak dirotasikan”, dan dimensi ketebalan pada base dan stopper tidak dilakukan permesinan untuk memenuhi kriteria point e) yaitu “Meminimalisir proses permesinan saat pembuatan *fixture* oleh vendor, untuk meminimalkan *cost* produksi dan waktu pembuatan *fixture*”.

3.2 Simulasi Beban Statis Fixture

Fixture akan disimulasikan bebannya menggunakan aplikasi *solidworks*. Sebuah material akan tahan atau tidak rusak terhadap energi tarik atau tekannya jika energi tersebut tidak melebihi energi karakteristik material tersebut. *Fixture* dianalisis bebannya untuk mengetahui apakah cukup kuat untuk menahan blok kalibrasi. Untuk melakukan analisis ini, komputer dan *software* dimanfaatkan. *Software Solidworks* digunakan untuk menganalisis beban statis pada rangka untuk mengetahui titik kritis rangka saat digunakan dan kekuatan material yang digunakan. Proses pengujian *solidworks* meliputi analisis *stress*, analisis *displacement*, dan analisis faktor keamanan pada desain yang telah dibuat.

1. Analisis *stress* beban 33.8 kg

Fixture disimulasikan dengan pemberian beban sebesar 33.8 Kg yang jika beratnya dikalikan nilai gaya gravitasi, maka perhitungannya menjadi $33.8 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 331.24 \text{ N}$. Pembebanan diletakkan pada baut *locators 1* pada *fixture* yang menopang blok kalibrasi. Analisis distribusi tegangan ditunjukkan dengan warna merah pada tegangan maksimum, dan warna biru pada tegangan minimum. Dari simulasi yang dilakukan pada Gambar 8, didapatkan hasil tegangan minimum sebesar 0.000 Mpa, maksimum sebesar 18.495 Mpa, dan *Yield Strength* dari material yang digunakan ialah 220.594 Mpa yang dapat dilihat pada Gambar 9 dibawah ini.



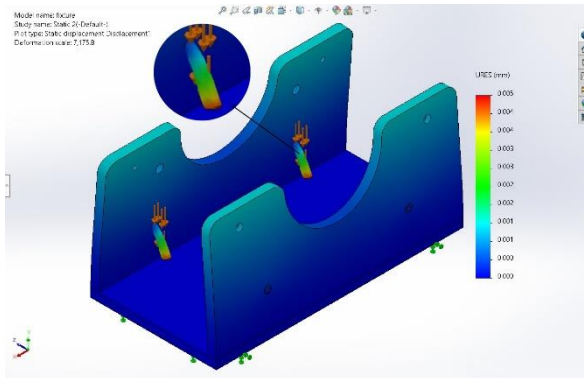
Gambar 8 : Hasil *Stress* dengan beban 33.8 Kg

Property	Value	Units
Elastic Modulus	210000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.28	N/A
Shear Modulus	79000	N/mm ²
Mass Density	7800	kg/m ³
Tensile Strength	399.826	N/mm ²
Compressive Strength		N/mm ²
Yield Strength	220.594	N/mm ²
Thermal Expansion Coefficient	1.3e-05	/K
Thermal Conductivity	43	W/(m·K)

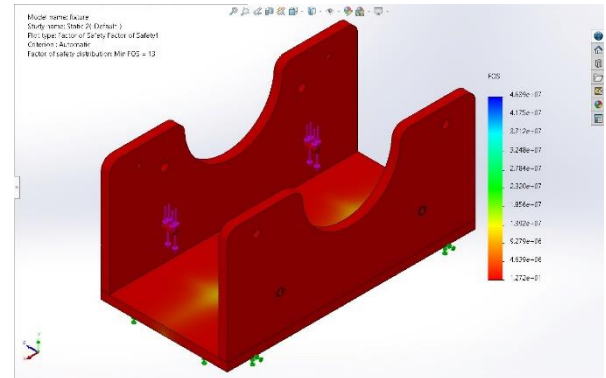
Gambar 9 : Material *Properties Plain Carbon Steel*

2. Analisis *Displacement* Beban 33.8 Kg

Perubahan (*displacement*) pada rancangan *fixture* maksimum sehingga terjadi deformasi plastis ditunjukkan dengan warna merah 0.005 mm dan perubahan minimum ditunjukkan dengan warna biru 0.000 mm. Berikut besarnya *displacement* pada *Fixture* yang terjadi akibat beban ditunjukkan pada Gambar 10 dibawah.



Gambar 10 : Hasil *Displacement* dengan beban 33.8 Kg



Gambar 11 : Hasil FoS dengan beban 33.8 Kg

3. Analisis *Factor of Safety*

Faktor keamanan adalah perbandingan antara kekuatan luluh material dengan tegangan maksimum. Analisis *safety factor* atau *factor keamanan* terhadap tegangan beban statis dilakukan terhadap *fixture* yang akan dibuat prototipe menggunakan tipe FoS. Analisis dilakukan untuk mengetahui angka keamanan terhadap *fixture*. [9] Pembebanan terhadap *fixture* ditunjukkan pada anak panah yang berwarna merah yang dapat dilihat pada gambar dibawah. Dapat dilihat dari Gambar 11 bahwa angka keamanan atau *safety factor* minimum adalah 13.

Pada penelitian ini menggunakan nilai *factor of safety* 1,25 hingga 2,0 untuk perancangan struktur yang menerima beban statis dengan tingkat kepercayaan yang tinggi untuk semua data perancangan. [10] Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai faktor keamanan lebih besar dari 1.25, hal ini menunjukkan bahwa material yang dipergunakan pada *fixture* kuat untuk menahan beban, namun jika hasil dari perhitungan *safety factor* adalah 1.25 atau kurang dari 1.25, material sudah mengalami deformasi atau patah karena tegangan maksimal sudah sebanding atau lebih besar dari *yield strength* material. Hal ini menyatakan bahwa *fixture* dalam kondisi yang sangat kuat untuk dapat menopang blok kalibrasi seberat 33.8 Kg

3.3 Pembuatan Produk oleh Vendor

Pembuatan dilakukan secara eksternal melalui salah satu vendor di batam, yang mana telah bekerja sama dengan perusahaan. Pembuatan dilakukan dalam rentang waktu 2 minggu, setelah rancangan disetujui.

3.4 Verifikasi Produk

Setelah produk berhasil dibuat oleh vendor yang terlihat pada Gambar 11, maka dilakukan verifikasi berupa uji coba pemakaian *fixture*, untuk melihat ada tidaknya kendala dalam pengoperasian alat. Dan hasilnya adalah produk tidak mengalami kendala saat penggunaan dan terverifikasi untuk digunakan.



Gambar 11 : Produk jadi *fixture*

3.5 Analisis Cycle Time

Berikut data waktu yang diambil dari 3 *inspector* yang berbeda, ketiganya merupakan *inspector* NDE yang menggunakan alat UT dan melakukan kalibrasi dengan blok kalibrasi UT disetiap harinya. Data yang diambil berupa waktu saat proses kalibrasi dilakukan, dimulai dengan persiapan alat UT dan blok kalibrasi hingga tahap pembersihan (*cleaning*). Pada pengambilan data pertama (table 1), didapat waktu rata rata yang dibutuhkan untuk proses kalibrasi yaitu 14 menit 43 detik. Data selanjutnya ialah waktu yang diambil saat melakukan kalibrasi menggunakan blok kalibrasi dan alat bantu *fixture*. Data dapat dilihat pada Tabel 2 dan Table 3 dibawah ini.

Tabel 2 : Data cycle time sebelum dan sesudah adanya alat bantu fixture

Pengujian ke-	Cycle Time Proses Kalibrasi					
	Inspector 1		Inspector 2		Inspector 3	
	sebelum improvement	Sesudah improvement	sebelum improvement	Sesudah improvement	sebelum improvement	Sesudah improvement
1	14 menit	7 menit 35 detik	13 menit 30 detik	6 menit 20 detik	15 menit 28 detik	7 menit 25 detik
2	15 menit 12 detik	6 menit 20 detik	14 menit	6 menit 27 detik	15 menit	7 menit 28 detik
3	15 menit	7 menit 9 detik	15 menit 32 detik	7 menit 23 detik	15 menit 15 detik	7 menit
4	14 menit 30 detik	7 menit 12 detik	14 menit	7 menit	14 menit	7 menit 30 detik
5	14 menit 36 detik	7 menit	14 menit	7 menit 32 detik	15 menit 3 detik	7 menit 20 detik
Rata - rata	14 menit 40 detik	7 menit 3 detik	14 menit 12 detik	6 menit 56 detik	14 menit 54 detik	7 menit 20 detik

Tabel 3 : Rata-rata cycle time proses kalibrasi

inspector	Rata-rata cycle Time Proses Kalibrasi	
	sebelum improvement	Sesudah improvement
Inspector 1	14 menit 40 detik	7 menit 3 detik
Inspector 2	14 menit 12 detik	6 menit 56 detik
Inspector 3	14 menit 54 detik	7 menit 20 detik
Rata - rata	14 menit 34 detik	7 menit 6 detik

Dari kedua data yang telah diambil, dapat dilihat bahwa waktu kalibrasi dengan menggunakan alat bantu *fixture* jauh mengalami penurunan. Sebelum adanya *fixture* rata-rata waktu yang dibutuhkan ialah 14 menit 34 detik, dan waktu yang dibutuhkan setelah adanya alat bantu *fixture* ialah 7 menit 6 detik. Jika data dituangkan kedalam persen, maka perhitungan waktu dapat dihitung seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase } improvement \text{ cycle time proses kalibrasi} &= \frac{\text{Cycle time dengan alat bantu } fixture}{\text{Cycle time tanpa alat bantu } fixture} \times 100\% = \text{Result \%} \\ \text{Persentase } improvement \text{ cycle time proses kalibrasi} &= \frac{7 \text{ menit } 6 \text{ detik (426 detik)}}{14 \text{ menit } 34 \text{ detik (874 detik)}} \times 100\% = 48.7\% \end{aligned}$$

Dari data di atas, dapat disimpulkan bahwa proses kalibrasi dengan menggunakan alat bantu *fixture*, *improvement* yang didapat ialah 48.7% dari *cycle time* proses kalibrasi sebelum adanya *fixture*.

4 Kesimpulan

Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa penambahan alat bantu *fixture* dalam proses kalibrasi alat UT menggunakan blok kalibrasi menghasilkan *improvement* pada *cycle time*, *improvement cycle time* proses kalibrasi yang didapat sebanyak 48.7%, sehingga proses kalibrasi menjadi lebih efektif. Berdasarkan hasil simulasi beban statis menunjukkan bahwa nilai *stress* maksimumnya ialah 18.495 Mpa dengan nilai *Yield Strength* ialah 220.594 Mpa dan nilai *Factor of Safety* pada *fixture* adalah 13. Alat telah digunakan kurang lebih selama 6 bulan, dan *fixture* dapat berfungsi dengan baik. Dengan demikian pembuatan rancang bangun *fixture* untuk blok kalibrasi UT memenuhi kebutuhan yang diinginkan perusahaan untuk meningkatkan efektifitas proses kalibrasi. Terdapat saran yang diberikan penulis, mengenai pemilihan material yang menjadi *clamping* blok, sebaiknya memilih material yang tidak menyebabkan kerusakan pada permukaan blok, dengan material *rubber* atau plastik pada ujung *clamping*.

5 Daftar Pustaka

- [1] A.A. Supriyanto, Penentuan Cacat Dengan Metode Ultrasonic Testing, Ramatekno 2 (2022) 7–13. <https://doi.org/10.61713/jrt.v2i1.33>.
- [2] admintek, Pentingnya Kalibrasi, Pengertian, Tujuan, dan Manfaat Kalibrasinya, Teknikinian.Com (2022). <https://teknikian.com/pentingnya-kalibrasi-pengertian-tujuan-dan-manfaat-kalibrasinya/> (accessed February 25, 2024).
- [3] kupdf.net_ndt-ultrasonic-kalibrasi, (n.d.).
- [4] L. Methods, Module 4 locating and clamping methods, (n.d.).
- [5] Locating & Clamping Principles for Jig & Fixture Design | Carr Lane Mfg., (n.d.). <https://www.carrlane.com/engineering-resources/fixture-design-principles/locating-clamping-principles> (accessed June 7, 2024).
- [6] T. Dan, A. Oleh, R. Suryanita, DINAMIKA STRUKTUR, n.d.
- [7] A.Y.C. Nee, A.S. Kumar, Z.J. Tao, Chapter 1 Introduction to Fixture Design, An Advanced Treatise on Fixture Design and Planning (2004) 1–20. http://www.worldscibooks.com/etextbook/5671/5671_chap1.pdf.
- [8] H. Pandit, J. Vijaykumar Kumbhar, H.C. Pandit, A Review Article on Jigs and Fixture; A Review Article on Jigs and Fixture, 2021. <https://www.researchgate.net/publication/355192088>.
- [9] N. Ulfah, R. Hakim, M. Tri Adelitho, RANCANG BANGUN JIG & FIXTURE UNTUK PIPE FITTING STEEL CONCENTRIC REDUCER PADA MESIN BEVEL PIPA, n.d.
- [10] N. Mustaqiem Aqshal Diinil, ANALISIS PERBANDINGAN FAKTOR KEAMANAN RANGKA SCOOTER MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK SOLIDWORK 2015, (n.d.).