

JGISE

Journal of Geospatial Information Science and Engineering

ISSN: 2623-1182 | <https://jurnal.ugm.ac.id/jgise>

Pengukuran Dimensi Material Besi Pada Suhu Pagi dan Siang (Studi Kasus: Jacket Platform Row L2-2)

*Measurement of Iron Material Dimensions at Morning and
Afternoon Temperatures*

(Case Study: Jacket Platform Row L2-2)

Maulana Rafly Al Haadi¹, Renita Adetia Putri² Satria Bayu Aji S.S., M.Hum³

¹Program Studi Teknologi Geomatika, Politeknik Negeri Batam, Jl. Ahmad Yani, Tlk. Tering, Kec. Batam Kota, Kepulauan Riau 29461

Penulis Korespondensi: Maulana Rafly Al Haadi

Email: maulanarafly454@gmail.com, renitaazzahra@gmail.com

Diterima (*Received*): D/M/Y Direvisi (*Revised*): D/M/Y Diterima untuk Publikasi (*Accepted*): D/M/Y

ABSTRAK

Minyak dan gas bumi (migas) merupakan sumber energi yang bisa memberikan manfaat yang besar bagi perekonomian Indonesia. Kegiatan fabrikasi merupakan hulu dalam industri migas. Dalam industri fabrikasi, pengukuran dimensi material besi merupakan kegiatan yang penting untuk memastikan kualitas dan kesesuaian suatu produk terhadap desainnya. Pengukuran dimensi besi pada aktivitas fabrikasi memerlukan akurasi yang tinggi. Namun, dalam kondisi lapangan material besi sering kali terpapar suhu yang berbeda-beda akibat faktor lingkungan, seperti panas matahari, perubahan suhu harian, atau paparan sumber panas eksternal memungkinkan dimensi besi dapat berubah. Perbedaan suhu dapat mempengaruhi dimensi material besi karena sifat termalnya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengukuran dimensi material besi dengan kondisi perbedaan suhu di lapangan. Perbedaan suhu dapat mempengaruhi ekspansi termal material yang dapat mempengaruhi dimensi dan ukuran material tersebut. Metode pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ukur total station untuk mengukur dimensi material besi yang dipilih. Hasil dari penelitian ini adalah sebagai proses akuisisi pada struktur jacket dengan melakukan pengukuran pada titik work point yang telah dibuat dengan metode pengukuran, control point yang digunakan menggunakan metode resection dan untuk pengolahan data menggunakan software autocad untuk menganalisis dimensi pada struktur jacket dan melakukan perhitungan uji statistik T untuk mengetahui hipotesis perbedaan dimensi pada leg jacket yang dilakukan antara pengukuran pagi dan siang, mengetahui deviasi actual pengukuran leg jacket jika dibandingkan terhadap desain disajikan dalam bentuk visualisasi eror.

Kata Kunci: Minyak dan Gas Bumi, Perbedaan suhu, Jacket platform.

ABSTRACT

Oil and natural gas (oil and gas) are energy sources that can provide great benefits to the Indonesian economy. Fabrication activities are upstream in the oil and gas industry. In the fabrication industry, measuring the dimensions of iron materials is an important activity to ensure the quality and conformity of a product to its design. Measuring iron dimensions in fabrication activities requires high accuracy. However, in field conditions, iron materials are often exposed to varying temperatures due to environmental factors, such as solar heat, daily temperature changes, or exposure to external heat sources, allowing the dimensions of the iron to change. Temperature differences can affect the dimensions of iron materials due to their thermal properties. This research aims to compare dimensional measurements of iron materials with temperature differences in the field. Temperature differences can affect the thermal expansion of the material which can affect the dimensions and size of the material. The measurement method is carried out using a total station measuring instrument to measure the dimensions of the selected iron material. The results of this research are an acquisition process on the jacket structure by taking measurements at work points that have been created using the measurement method, control points used using the resection method and for data processing using AutoCAD software to analyze the dimensions of the jacket structure and carry out statistical test calculations T to find out the hypothesis of dimensional differences in the leg jacket between morning and afternoon measurements, knowing the actual deviation of the leg jacket measurements when compared to the design is presented in the form of an error visualization.

Keywords: Oil and Gas, Temperature difference Jacket Platform

1. Pendahuluan

Minyak dan gas bumi (migas) merupakan sumber energi yang bisa memberikan manfaat yang besar bagi perekonomian Indonesia. Kegiatan fabrikasi merupakan hulu dalam industri migas. Terdapat beberapa perusahaan fabrikasi migas yang sudah beroperasi di Batam, menjadikan Batam sebagai lokasi strategis investasi di dunia migas. Hal ini tidak terlepas dari kualitas produk yang dihasilkan oleh fabrikasi tersebut. Dalam industri fabrikasi, pengukuran dimensi material besi merupakan kegiatan yang penting untuk memastikan kualitas dan kesesuaian suatu produk terhadap desainnya.

Pengukuran dimensi besi pada aktivitas fabrikasi memerlukan akurasi yang tinggi. Namun, dalam kondisi lapangan material besi sering kali terpapar suhu yang berbeda-beda akibat faktor lingkungan, seperti panas matahari, perubahan suhu harian, atau paparan sumber panas eksternal memungkinkan dimensi besi dapat berubah. Perbedaan suhu dapat mempengaruhi dimensi material besi karena sifat termalnya. Setiap material memiliki koefisien perluasan termal yang menentukan sejauh mana material tersebut akan mengalami perubahan dimensi saat suhu berubah.

Perkembangan teknologi survei untuk kegiatan fabrikasi memungkinkan pengukuran dimensi material dapat memiliki ketelitian hingga satuan mili meter (mm). Konsep orientasi alat yang sering digunakan adalah metode *resection*. Metode ini memerlukan minimal 3 titik kontrol untuk penentuan orientasi yang sudah melalui perhitungan statistika pada software alat Total Station (TS). Titik kontrol yang digunakan merupakan titik kontrol fix yang berada di luar dari *platform* sehingga titik kontrol terlepas dari faktor pemuaian dari *platform*.

Data survei kemudian dapat di visualisasikan dalam bentuk eror (x,y,z) dari suatu titik terhadap gambar desain. Perubahan eror dalam pengukuran pagi dan siang dapat dilakukan dengan koreksi suhu untuk mengetahui apakah terdapat perubahan yang signifikan dalam perubahan dimensi material besi pada suhu yang berbeda. Dari uraian masalah sebelumnya, dibutuhkan kajian lebih lanjut penerapan survei fabrikasi dalam analisis perbedaan ukuran dimensi besi pada suhu yang berbeda dan upaya visualisasi data pengukuran dalam bentuk peta eror dari desain ini perlu dilakukan.

2. Hipotesis

Berdasarkan kajian teori dan kerangka pemikiran diatas, maka hipotesis yang diajukan adalah:

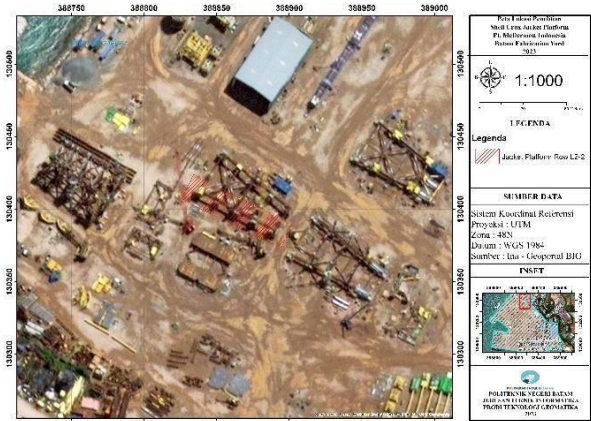
H0 : Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara Pengukuran pagi 29 ° dan siang 38 °.

H1 : Terdapat perbedaan yang signifikan antara Pengukuran pagi 29 ° dan siang 38 °.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Data dan Lokasi

Lokasi penelitian ini dilakukan di daerah Pulau Batam, di PT. McDermott, Batu Merah, Kec. Batu Ampar, Kota Batam, Kepulauan Riau. Koordinat lokasi PT. McDermott, Latitude : 1.180086442699688 Longitude : 104.00504083285081.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

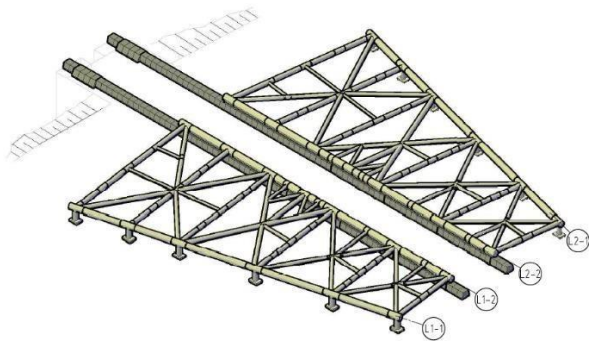
(Sumber: Citra Google Earth 2023)

Objek yang diteliti pada penelitian ini adalah struktur *jacket framing* horizontal di row L2-2 dengan total panjang 153.766M dengan sudut *batter* sebesar 7.853 derajat lokasi row L2-2 dapat dilihat pada gambar sudut *batter* diperoleh dari perhitungan sudut tangent dari nilai slope yang terdapat pada drawing yaitu 1:8.0653. *Jacket Framing* merupakan bagian dari rangka ruang *tubular* yang dirakit secara parsial. Nantinya, tiap *framing* parsial tersebut akan dipasang keseluruhannya setelah proses pengelasan telah selesai. *Jacket Framing* yang akan diteliti pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.

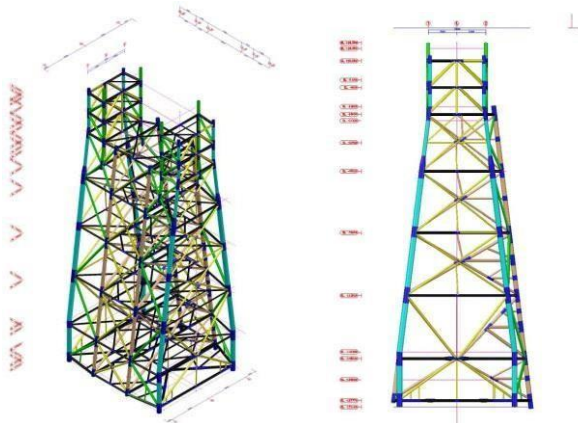


Gambar 2. *Jacket Framing* Row L2-2 dan L2-1 Secara

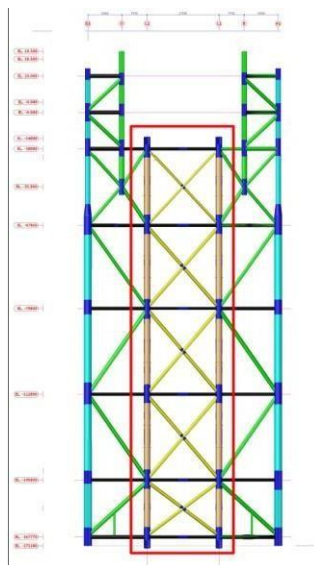
keseluruhan, seluruh rangkaian akhir *jacket framing* ketika proses fabrikasi telah selesai terdiri dari 12 row seperti yang terlampir pada gambar 2. Namun ketika penelitian berlangsung, proses fabrikasi sedang berada pada tahap pembuatan 4 row yaitu row L1-1, L1-2, L2-2, dan L2-1 yang dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Desain Framing Horizontal pada Row L1 & L2



Gambar 4. Desain Jacket Proyek Shell Crux Secara Keseluruhan



Gambar 5. Row yang diteliti pada penelitian ini

Adapun alat yang digunakan dalam pengambilan data ini adalah sebagai berikut :

1. Total Station
2. Prisma
3. Radio
4. Level (Water Pass)
5. Meteran
6. Penggaris Siku
7. Kapur Tulis

8. Center Punch
9. Solid Marker

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

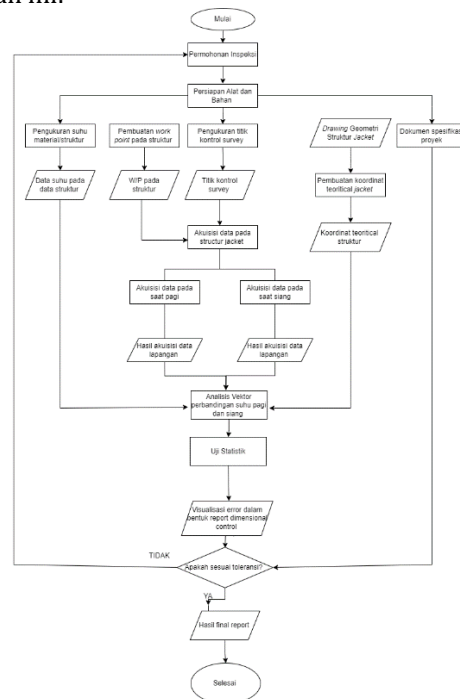
1. *Drawing framing jacket*
2. Shp administrasi Kota Batam
3. Dokumen spesifikasi Dimensional Control

Perangkat lunak dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Microsoft Word 2016*
2. *Autocad 2020*

3.2 Metodologi

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 6. Diagram Alir

3.3 Permohonan Inspeksi

Permohonan inspeksi merupakan aktivitas yang dilakukan oleh tim produksi PT. McDermott Indonesia kepada tim *dimensional control*. Permohonan inspeksi dilakukan pada saat objek sudah dalam tahap pemasangan (*fit-up*) ataupun ketika objek yang telah di rektifikasi masih dalam status *Out of Tolerances (OOT)*. Penentuan apakah suatu objek dikategorikan OOT mengacu kepada dokumen spesifikasi proyek. Pada penelitian ini, objek yang diinspeksi adalah *jacket horizontal framing* pada row L2-2. Aktivitas survey dilakukan karena status *jacket horizontal framing* sedang dalam tahap pemasangan.

3.4 Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk menunjang penelitian ini dapat dilihat. Alat utama yang digunakan untuk pengambilan data koordinat adalah *Leica Total Station TS11* dengan akurasi sudut 1" dan jarak 1 mm + 1 ppm x d. Software CAD digunakan untuk melakukan pengolahan data hasil pengambilan dari lapangan.

Waterpass digunakan untuk pembuatan *workpoint*. Termometer digunakan untuk melakukan pengambilan data suhu.

3.5 Pengukuran Suhu Material

Pengukuran suhu material *jacket tubular* dilakukan sebelum dilakukannya aktivitas *survey*. Pada penelitian ini pengukuran suhu dilakukan pada saat pagi hari dan siang hari. Suhu material yang diperoleh pada saat pengambilan data pagi hari adalah 29.3°C sedangkan pada siang hari diperoleh suhu 38.3°C. Terjadinya perbedaan suhu pada material besi terjadi karena efek perbedaan suhu lingkungan dan kelembaban pada pagi dan siang (Xu dkk, 2009).



Gambar 7. Proses Pengambilan Suhu Material

3.6 Pembuatan *Workpoint* pada Struktur

merupakan titik inspeksi yang nantinya digunakan sebagai titik yang akan diambil koordinatnya. *Workpoint* pada *jacket tubular framing* dibuat pada tiap *node can* dan ujung dari tiap *tubular framing*. *Node can* merupakan bagian dari struktur *jacket* yang berfungsi untuk menyambungkan antara tiang diagonal dan tiang vertikal pada struktur. Tiap *node can* sudah memiliki nilai elevasi yang terdapat pada gambar kerja. Nilai elevasi tersebut dapat digunakan untuk mengetahui panjang atau jarak antara *node can*.

Alat bantu yang digunakan untuk membuat *workpoint* meliputi *waterpass* dan meteran. Titik dibuat dengan cara meletakkan *waterpass* pada sisi terluar tubular sampai *bubble* pada *waterpass* menunjukkan level yang sama. Selanjutnya meteran digunakan pada sisi luar dari *waterpass* untuk mengukur radius tubular tersebut sehingga titik tersebut dapat merepresentasikan titik terluar dari pipa tubular. *Workpoint* pada *tubular* dibuat pada posisi atas, bawah, samping kanan, dan kiri. Titik ini dibuat di berbagai sisi agar nantinya dapat diukur dari sisi manapun sehingga mempermudah surveyor dalam pengambilan data. Ilustrasi pembuatan *workpoint* dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Proses Pembuatan *Workpoint*



Gambar 9. Titik *Workpoint* pada EL(+) 47.800

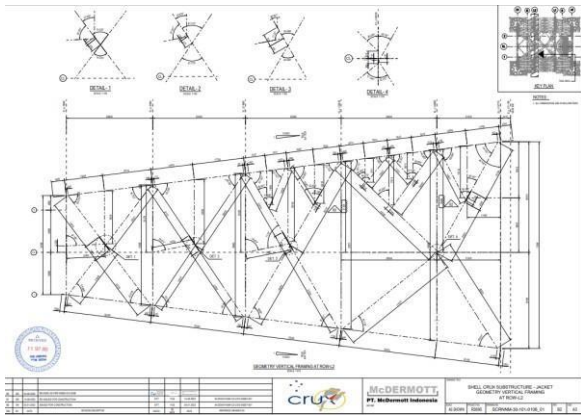
3.7 Pengukuran Titik Kontrol Survey

Pengukuran titik kontrol survey dilakukan dengan menggunakan metode pengikatan kebelakang/*resection* ke titik jaring kontrol pada yard PT.McDermott khususnya pada area proyek fabrikasi struktur *jacket*. Indonesia. Prinsip pengukuran ini adalah surveyor dapat mendirikan/set up alat survey dimanapun, sehingga nantinya koordinat berdiri alat dapat diketahui. Syarat utama yang diperlukan dalam pengukuran metode ini adalah diperlukan minimal 3 titik yang telah diketahui koordinatnya dan tiap titik tersebut harus terlihat dan dapat dibidik dari titik yang akan ditentukan koordinatnya (Sasongko, 2018).

Titik koordinat berdiri alat akan diperoleh setelah pengukuran sudut dan jarak dilakukan ke titik-titik yang telah diketahui koordinatnya di lapangan. Selanjutnya, pengambilan data pada struktur *jacket* dapat dilakukan. Pada penelitian ini, pengukuran harus dilakukan secara berpindah-pindah, sehingga setelah pengambilan data koordinat pada struktur *jacket* dilakukan, peneliti harus melakukan penambahan titik kontrol agar seluruh tubular pada row L2-2 dapat disurvei.

3.8 Pembuatan Koordinat Teoritical

Pada pengukuran *dimensional control*, sistem koordinat yang digunakan merupakan sistem koordinat kartesian 3 dimensi (*Easting, Northing, Height*). Pembuatan koordinat teoritical struktur dibuat di software Autocad dengan melihat gambar kerja *drawing geometri jacket* dan koordinat jaring kontrol pada yard PT. McDermott Indonesia.



Gambar 10. Gambar Geometri Jacket row L2-2

3.9 Akuisisi data Pada Struktur Jacket

Pengambilan data pada struktur *jacket* dilakukan di pagi dan siang hari. Tujuan diambilnya data di waktu yang berbeda adalah untuk mengetahui berapa besarnya deviasi dimensi struktur *jacket* terhadap desain/teoritis. Pengaruh suhu lingkungan akibat penetrasi panas matahari cukup mempengaruhi dimensi material besi, terutama perubahan dimensi secara longitudinal dan vertikal (Xu dkk, 2009).

Penentuan posisi titik berdirinya alat dilakukan dengan metode pengikatan kebelakang (*resection*) terhadap titik jaring kontrol pada area fabrikasi proyek. Pengambilan data koordinat dilakukan pada titik *workpoint* yang telah dibuat dari sebelumnya. Hasil pengambilan data kemudian dicatat dalam sketsa atau *fieldsheet* untuk mendukung proses pengolahan data.



Gambar 11. Proses pengambilan data

3.10 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan di *software Autocad* dengan melakukan *plotting* hasil data survey ke dalam file *.dwg* teoritis yang telah dibuat dalam akuisisi data, terdapat titik *workpoint* yang memiliki nilai *offset*. Nilai *offset* lalu diinput pada *software autocad* untuk mendapatkan nilai koordinat yang sebenarnya.

3.11 Analisis Vektor Devisiasi Aktual Survey Terhadap Teoritis

Untuk mengetahui besarnya deviasi data survey lapangan terhadap teoritis, perintah **Distance** pada *software Autocad* digunakan dengan cara melakukan klik pada titik teoritis ke titik data survey lapangan. Hasil yang dikeluarkan dari perintah ini adalah jarak antara titik dan selisih koordinat dalam sumbu *Easting, Northing, dan Height* dalam satuan meter. Besarnya nilai selisih

dianggap sebagai besarnya nilai deviasi aktual struktur *jacket* tersebut terhadap desain.

Nilai deviasi selanjutnya divisualisasikan dalam bentuk vector arah sesuai dengan orientasi arah mata angin dari struktur *jacket* tersebut. Dalam melakukan analisis diperlukan acuan dokumen spesifikasi proyek untuk mengetahui apakah nilai deviasi yang diperoleh sudah memenuhi standarisasi proyek atau tidak. Pada proyek pembuatan struktur *jacket* ini standar yang digunakan dapat dilihat pada gambar 12 dibawah.

Company:		Doc No.: 2200-814549-QA-0050-00005		Rev.: 02						
Contractor:		Doc No.: R3695-000-QA-PR-000001		Rev.: C						
No	Category	Check Item	Tolerances	Spec/ Code	Verifying Document	Inspection Surveillance				Remark
						Pre-Work	In-Process	Post-Work	Client	
8	Support Cap	Position	±10 mm	MCD Industry Practice	Report	H				
		Level	±13 mm	MCD Industry Practice	Report	H				
9	Jacket Beel Row	Straightness check	±10 mm	MCD Industry Practice	Report	H	H	H		
		Distance between legs, Diagonal Squares	At stabling ±10 mm	MCD Industry Practice	Report	H	H	H		
		Orientation of Quarter	±5 mm	MCD Industry Practice	Report	H	H	H		
		Leveling check	±13 mm	MCD Industry Practice	Report	H	H	H		
		Length of Jacket Legs	±20 mm	MCD Industry Practice	Report	H	H	H		
10	Horizontal Framing	Squareness check	±10 mm at Top of jacket, ±20 mm at other elevation	ISO 19902	Report					
		Level check of framing	±13 mm	ISO 19902	Report					
		Brace length on to Row	±13 mm	ISO 19902	Report					
		Location of conductor guide	± 6 mm	MCD Industry Practice	Report					
		Squareness of Conductor frame	± 6 mm	MCD Industry Practice	Report					
		Quality of conductor guides	1% of nominal dia or 6 mm < 50 mm or (2" wall thicknesses) > 12.5% of wall thickness, and max 13 mm for Dia > 50" with circum ±6 mm	ISO 19902	Report					
		Plumbness of framing	±10 mm	MCD Industry Practice	Report					

Gambar 12. Dimensional Control Procedure Untuk Framing Jacket (Dimensional Control Procedure Shell Crux, 2023)

3.12 Uji Hipotesis

Uji Hipotesis Untuk membuktikan apakah ada perbedaan kinerja yang signifikan atau tidak antara data pengukuran pagi dan siang maka akan dibandingkan hasil perhitungan penelitian dengan menggunakan uji beda independent sample t-test. Uji beda ini untuk mengetahui apakah ada perbedaan rata-rata antara dua sampel populasi yang tidak berhubungan. Uji beda independent sample t-test dilakukan dengan cara membandingkan dua kelompok populasi dengan jumlah anggota yang berbeda. Rumus yang digunakan pada uji t ini adalah:

$$t = \frac{X_a - X_b}{\sqrt{\left(\frac{S_a^2}{n_a}\right) + \left(\frac{S_b^2}{n_b}\right)}}$$

Keterangan:

Xa = Rata-rata kelompok A

Xb = Rata-rata kelompok B

Sa = Standar deviasi kelompok A

Sb = Standar deviasi kelompok B

na = Banyaknya sampel di kelompok A

nb = Banyaknya sampel di kelompok B

Berdasarkan nilai t, uji hipotesis yang dilakukan pada uji t adalah :

H0 : data berdistribusi t

H1 : data tidak berdistribusi t

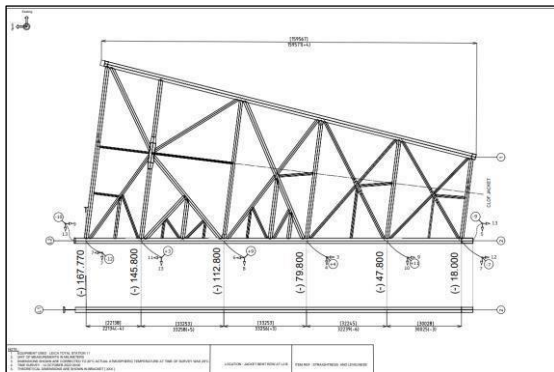
Terima H0 jika t hitung < t tabel, sebaliknya tolak H0 jika t hitung > t tabel.

4. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisi hasil pengolahan data survey pada struktur *jacket* dalam bentuk visualisasi vektor deviasi dan nilai dimensi pada struktur *jacket*. Berdasarkan dokumen spesifikasi *Dimensional Control Procedure Shell Crux*, nilai toleransi untuk panjang *horizontal framing* dan *levelness* adalah ± 13 mm. Apabila terdapat suatu nilai deviasi yang memiliki nilai lebih dari 13 mm, maka objek tersebut dapat dikategorikan tidak memenuhi toleransi (*Out of Tolerance*) sehingga tahap selanjutnya akan dilakukan proses perbaikan oleh tim produksi fabrikasi.

Visualisasi disajikan dalam bentuk *plan view*, artinya tiap vector arah panah menunjukkan arah penyimpangan objek tersebut sesuai dengan sumbu pengukuran horizontal (*Easting* dan *Northing*). Dalam vektor arah panah juga terdapat besaran nilai deviasi aktual terhadap teoritik. Untuk deviasi pada data elevasi ditunjukkan dengan simbol plus (+) untuk kondisi objek yang naik sedangkan simbol minus (-) untuk kondisi objek yang turun. Apabila terdapat nilai yang diluar batas toleransi, maka nilai tersebut akan diberikan tanda awan.

4.1 Visualisasi Pengukuran Pagi

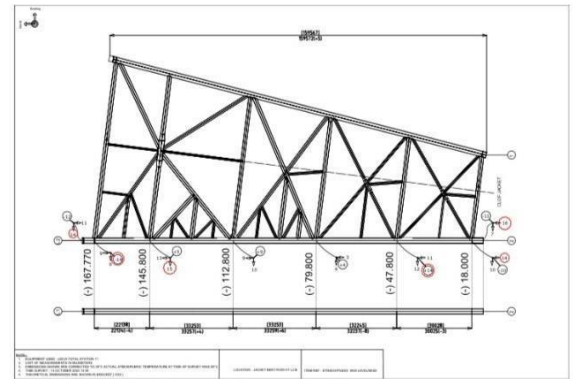


Gambar 13. Visualisasi Hasil Pengukuran Pagi

Gambar 13 merupakan visualisasi hasil pengukuran pada struktur *jacket* yang diakuisisi pada pagi hari jam 09:00. Hasil pengukuran suhu pada saat pengambilan data adalah 29.3°C . Total panjang teoritik struktur tubular berdasarkan *drawing* geometri *jacket* adalah 159567 milimeter, sedangkan nilai aktual yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan *total station* adalah 159571 milimeter. Terdapat deviasi sebesar +4 milimeter antara nilai teoritik dengan aktual.

Nilai *total length* yang diperoleh masih dalam batas toleransi. Vektor deviasi yang diperoleh pada tiap titik elevasi juga masih dalam batas toleransi. Vektor deviasi pada arah *easting* terbesar terdapat pada titik EL (-) 145.800 m dan EL (-) 167.770 m yaitu sebesar 13 mm searah *easting* negatif. Untuk arah *northing*, deviasi terbesar terdapat pada titik EL (-) 18.000 m yaitu 13 mm searah *northing* negatif. Nilai *levelness* yang diperoleh dari hasil pengukuran pagi hari juga masih dalam batas toleransi.

4.2 Visualisasi Pengukuran Siang



Gambar 14. Visualisasi Pengukuran Siang

Gambar 14. merupakan visualisasi hasil pengukuran pada struktur *jacket* yang diakuisisi pada siang hari jam 13.00. Hasil pengukuran suhu pada saat pengambilan data adalah 38.3°C . Total Panjang teoritik struktur tubular berdasarkan *drawing* geometri *jacket* adalah 159567 milimeter, sedangkan nilai actual yang diperoleh dari hasil pengukuran dengan *total station* adalah 159572 milimeter. Terdapat deviasi sebesar +5 milimeter antara nilai teoritik dengan actual.

Nilai *total length* yang diperoleh masih dalam batas toleransi yang ditetapkan. Vektor deviasi yang diperoleh pada beberapa titik elevasi mengalami OOT atau out of tolerance yang berarti tidak masuk dalam batas toleransi dikarenakan factor cuaca sehingga adanya fatamorgana dan perbedaan suhu material yang signifikan. Contoh OOT bisa dilihat pada vector deviasi arah *easting* terdapat pada titik EL (-) 145.800m yang di cloud merah yaitu sebesar 15 mm searah *easting* negative dan pada titik EL (-) 167.770 yaitu sebesar 14mm searah *easting* negative. Untuk contoh berikutnya bisa dilihat pada vector deviasi arah *northing* terdapat pada titik EL (-) 18.000 yaitu sebesar 16mm searah *northing* negative. Nilai *levelness* juga terdapat OOT yaitu pada titik EL (-) 167.770 sebesar -14mm dan pada titik EL (-) 47.800 sebesar +14mm.

4.3 Deskriptif Statistik

Untuk membuktikan apakah ada perbedaan yang signifikan atau tidak antara pengukuran dimensi material besi pada waktu pagi dan siang maka penulis melakukan uji hipotesis menggunakan independent sample t-test pada aplikasi SPSS. Independent sample t-test membandingkan dua kelompok data yang bersifat independen atau tidak saling berhubungan. Berikut merupakan hasil t-test yang penulis lakukan:

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means					95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
x	Equal variances assumed	.008	.927	1.467	30	.153	.00018	.00012	-.00007	.00042
	Equal variances not assumed			1.467	29.876	.153	.00018	.00012	-.00007	.00042
y	Equal variances assumed	.000	1.000	.000	30	1.000	.00046	22.20212	-45.34232	45.34324
	Equal variances not assumed			.000	30.000	1.000	.00046	22.20212	-45.34232	45.34324
z	Equal variances assumed	3.761	.062	2.758	30	.010	.00052	.00019	.00014	.00091
	Equal variances not assumed			2.758	23.127	.011	.00052	.00019	.00013	.00092

dengan melihat Nilai Sig (2 tailed) atau p value. Pada kasus di atas : 1.Nilai X p value sebesar 0,153 di mana > 0,05. Karena > 0,05 maka tidak ada perbedaan bermakna secara statistik atau signifikan pada probabilitas 0,05 2.Nilai Y p value sebesar 1.000 di mana > 0,05. Karena > 0,05 maka tidak ada perbedaan bermakna secara statistik atau signifikan pada probabilitas 0,05 3.Nilai Z p value sebesar 0,010 di mana < 0,05. Karena < 0,05 maka ada perbedaan bermakna secara statistik atau signifikan pada probabilitas 0,05 Besarnya perbedaan rerata atau mean kedua kelompok ditunjukkan pada kolom Mean Difference, yaitu 0.00018, 0.00046, 0.00052. Karena Nilai positif, maka berarti kelompok SUHU 29° memiliki Mean lebih tinggi dari pada kelompok SUHU 38°.

4.3 Pengujian Hipotesis dari pasang data ukuran terhadap data hitungan

H0 : Tidak terdapat perbedaan

H1 : Terdapat perbedaan

Yang dilakukan dalam pengujian hipotesis adalah sebagai berikut :

1. Mengitung nilai T
2. Menghitung derajat kebebasan
3. Menghitung nilai kritis
4. Pembuktian hipotesis

4.4 Perhitungan untuk kelompok nilai X pada suhu 29 derajat

1. Hitung Nilai T

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$T = \frac{2936.47625 - 2936.4761625}{s \sqrt{\frac{(0.000433012701783524)^2}{8} + \frac{(0.000315980616503619)^2}{8}}}$$

$$T = \frac{0.0000875}{\sqrt{\frac{0.000000188}{8} + \frac{0.0000000999}{8}}} \approx T = \frac{0.0000875}{\sqrt{2.35 \times 10^{-8}}} \approx$$

$$\frac{0.0000875}{0.004849} \approx 0.018$$

2. Hitung derajat kebebasan

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 8 + 8 - 2 = 14$$

3. Hitung nilai kritis

Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $df = 14$, kita mencari nilai kritis t pada presentil 97.5%. Nilai kritis t sekitar ± 2.144 .

4. Ambil keputusan hipotesis

Karena nilai T yang dihitung (0.018) jauh lebih kecil dari ilai kritis (± 2.144), maka kita tidak memiliki cukup bukti untuk menolak hipotesis nol. Oleh karena itu, pada tingkat signifikansi 0.05, kita tidak memiliki cukup bukti untuk menyatakan adanya perbedaan signifikansi antara kelompok titik x pada suhu 29 derajat pada pasang data ukuran terhadap data hitungan

4.5 Perhitungan untuk kelompok nilai Y pada suhu 29 derajat

1. Hitung Nilai T

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$T = \frac{1581.5778375 - 1581.57835}{s \sqrt{\frac{(60.8029973512807)^2}{8} + \frac{(60.8030445065254)^2}{8}}}$$

$$T = \frac{-0.0005125}{\sqrt{\frac{3708.814225861806}{8} + \frac{3708.818752732073}{8}}} \approx T = \frac{-0.0005125}{\sqrt{463.60177823272594}} \approx \frac{-0.0005125}{21.528} \approx -0.0000238$$

2. Hitung derajat kebebasan

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 8 + 8 - 2 = 14$$

3. Hitung nilai kritis

Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $df = 14$, kita mencari nilai kritis t pada presentil 97.5%. Nilai kritis t sekitar ± 2.144

4. Ambil keputusan hipotesis

Karena nilai T yang dihitung (-0.0000238) jauh lebih kecil dari nilai kritis (± 2.144), maka kita tidak memiliki cukup bukti untuk menolak hipotesis nol. Oleh karena itu, pada tingkat signifikansi 0.05, kita tidak memiliki cukup bukti untuk menyatakan adanya perbedaan signifikansi antara kelompok titik x pada suhu 29 derajat pada pasang data ukuran terhadap data hitungan.

4.6 Perhitungan untuk kelompok nilai Z pada suhu 29 derajat

1. Hitung Nilai T

$$T = \frac{x_1 - x_2}{s \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$T = \frac{19.3671875 - 19.3678875}{s \sqrt{\frac{(0.000301817411690538)^2}{8} + \frac{(0.000709643396361539)^2}{8}}}$$

$$T = \frac{-0.0007}{\sqrt{\frac{0.0000000910935462691}{8} + \frac{0.0000005035515365971}{8}}} \approx T = \frac{-0.0007}{\sqrt{6.194167981598608 \times 10^{-9}}} \approx \frac{-0.0007}{0.000002487} \approx -0.281$$

2. Hitung derajat kebebasan

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 8 + 8 - 2 = 14$$

3. Hitung nilai kritis

Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $df = 14$, kita mencari nilai kritis t pada presentil 97.5%. Nilai kritis t sekitar ± 2.144

4. Ambil keputusan hipotesis

Karena nilai T hitung (-0.281) lebih kecil dari nilai kritis (± 2.144), maka kita tidak memiliki cukup bukti untuk menolak hipotesis nol. Oleh karena itu, pada tingkat signifikansi 0.05, kita tidak memiliki cukup bukti untuk menyatakan adanya perbedaan signifikansi antara kelompok titik x pada suhu 29 derajat pada pasang data ukuran terhadap data hitungan.

4.7 Perhitungan untuk kelompok nilai X pada suhu 38 derajat

1. Hitung Nilai T

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$T = \frac{2936.4759875 - 2936.4761625}{\sqrt{\frac{(0.000337036718988486)^2}{8} + \frac{(0.000315980616503619)^2}{8}}}$$

$$T \approx \frac{-0.000175}{\sqrt{\frac{0.000000113710439688}{8} + \frac{0.0000000999}{8}}}$$

$$T \approx \frac{-0.000175}{\sqrt{1.46166458544375 \times 10^{-8}}} \approx \frac{-0.000175}{0.000120952} \approx -1.447$$

2. Hitung Derajat Kebebasan

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 8 + 8 - 2 = 14$$

3. Hitung Nilai Kritis:

Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $df = 14$, kita mencari nilai kritis t pada persentil 97.5%. Nilai kritis t sekitar ± 2.144 .

4. Ambil Keputusan Hipotesis

Karena nilai T yang dihitung (-1.447) lebih kecil dari nilai kritis t (± 2.144), maka kita tidak memiliki cukup bukti untuk menolak hipotesis nol. Oleh karena itu, pada tingkat signifikansi 0.05, kita tidak memiliki cukup bukti untuk menyatakan adanya perbedaan signifikan antara kelompok titik X pada suhu 38 derajat pada pasang data ukuran terhadap data hitungan.

4.8 Perhitungan untuk kelompok nilai Y pada suhu 38 derajat.

1. Hitung Nilai Y

$$T = \frac{\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$T = \frac{1581.5776375 - 1581.57835}{\sqrt{\frac{(60.8030042325406)^2}{8} + \frac{(60.8030445065254)^2}{8}}}$$

$$T \approx \frac{-0.0007175}{\sqrt{\frac{3708.8143221682454}{8} + \frac{3708.818752732073}{8}}}$$

$$T \approx \frac{-0.0007125}{\sqrt{463.6017917710094}} \approx \frac{-0.0007125}{21.529} \approx -0.0331$$

2. Hitung Derajat Kebebasan

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 8 + 8 - 2 = 14$$

3. Hitung Nilai Kritis

Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $df = 14$, kita mencari nilai kritis t pada persentil 97.5%. Nilai kritis t sekitar ± 2.144 .

4. Ambil Keputusan Hipotesis

Karena nilai T yang dihitung (-0.0331) lebih kecil dari nilai kritis t (± 2.144), maka kita tidak memiliki cukup bukti untuk menolak hipotesis nol. Oleh karena itu, pada tingkat signifikansi 0.05, kita tidak memiliki cukup bukti untuk menyatakan adanya perbedaan signifikan antara kelompok titik Y pada suhu 38 derajat pada pasang data ukuran terhadap data hitungan.

4.9 Perhitungan untuk kelompok nilai Z pada suhu 38 derajat

1. Hitung Nilai Z

$$T = \frac{\bar{Z}_1 - \bar{Z}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$T = \frac{19.3670125 - 19.3678875}{\sqrt{\frac{(0.000351559027760854)^2}{8} + \frac{(0.000709643396361539)^2}{8}}}$$

$$T \approx \frac{-0.000875}{\sqrt{\frac{0.000000123426309348}{8} + \frac{0.0000005035515365971}{8}}}$$

$$T \approx \frac{-0.000875}{\sqrt{6.561537205186902 \times 10^{-9}}} \approx \frac{-0.000875}{0.00008107} \approx -10.772$$

2 Hitung Derajat Kebebasan

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 8 + 8 - 2 = 14$$

3. Hitung Nilai Kritis

Dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0.05$ dan derajat kebebasan $df = 14$, kita mencari nilai kritis t pada persentil 97.5%. Nilai kritis t sekitar ± 2.144 .

4. Ambil Keputusan Hipotesis

Karena nilai T yang dihitung (-10.772) lebih kecil dari nilai kritis t (± 2.144), maka kita tidak memiliki cukup bukti untuk menolak hipotesis nol. Oleh karena itu, pada tingkat signifikansi 0.05, kita tidak memiliki cukup bukti untuk menyatakan adanya perbedaan signifikan antara kelompok titik Z pada suhu 38 derajat pada pasang data ukuran terhadap data hitungan. Setelah melakukan Uji Statistik diatas dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada pasang data ukuran terhadap data hitungan.

5. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian Pengukuran Dimensi Material Besi Pada Suhu Pagi dan Siang yang dilakukan oleh penulis, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses akuisisi pada struktur jacket dilakukan dengan melakukan pengukuran pada titik work point yang telah dibuat metode pengukuran control point yang digunakan menggunakan metode resection dan untuk pengolahan data menggunakan software autocad untuk menganalisis dimensi pada struktur jacket
2. Terdapat perbedaan dimensi pada leg jacket yang dilakukan antara pengukuran pagi dan siang
3. Berdasarkan dari hasil penelitian ini dapat mengetahui deviasi actual pengukuran leg jacket jika dibandingkan

terhadap desain disajikan dalam bentuk visualisasi eror
4. Berdasarkan dari hasil penelitian ini dapat mengetahui perbedaan yang signifikan dengan melakukannya uji statistik

6.SARAN

1. Penelitian dilakukan pada seluruh row framing jacket untuk mengetahui deviasi dimensi keseluruhan framing jacket.
2. Menggunakan metode least square circle fit untuk pengambilan dan pengolahan data tiap node can atau titik elevasi.
3. Menggunakan instrumen dengan orde ketelitian lebih tinggi untuk menguji akurasi hasil pengukuran.

7.DAFTAR PUSTAKA

- Aswin, A., & Rahmawati, E. (2017). Menentukan koefisien muai termal logam menggunakan sistem pengukuran digital. *Inovasi Fisika Indonesia*, 5(3), 8- 10.
- Alvina Amadea Dwindhasari (2016). Studi perancangan sistem perlindungan korosi dengan impressed current cathodic protection (ICCP) pada structur jacket.
- Currell, G., & Dowman, A. (2009). *Essential Mathematics and Statistics for Science* (2nd ed). Chichester: JohnWiley & Sons.
- De Chiara, J., & Koppelman, L. (1978). *Site planning standards*. (No Title).
- Dimensional Control Procedure Shell Crux, (2023)
- Ehrhart, M., & Lienhart, W. (2017). Accurate Measurements with Image-Assisted Total Stations and Their Prerequisites. *Journal of Surveying Engineering*, 143(2), 1-12. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)su.1943-5428.0000208](https://doi.org/10.1061/(asce)su.1943-5428.0000208)
- Fauzan Awal Ramadhan, Muhammad Adimas Hasan Habib & Jamhari Hidayat Bin Mustofa (2016). Perancangan structur jacket.
- Gunadhi, M. (2003). Sistem perencanaan dan pengendalian kualitas proses fabrikasi komponen struktur baja (Doctoral dissertation, Petra Christian University).
- Halliday, D. (2015). *Fisika dasar jilid 1* / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker (Ed. ke-7.). Jakarta: Erlangga.
- Kaifan, A., & Jaya, Z. (2020). Kajian Komparasi Selisih Koordinat Yang Diukur Dengan Total Station Bertarget Primasi dan Kayu. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 21-24.
- Lusiani, D. (2013). *Fisika*. Yogyakarta: Bintang Cendikia Pustaka.
- Molavi, J., & Barral, D. L. (2016). A construction procurement method to achieve sustainability in modular construction. *Procedia engineering*, 145, 1362-1369.
- Økland, A. (2015). Gap analysis for incorporating sustainability in project management. *Procedia Computer Science*, 64, 103-109.
- Pelrine, R. E., Kornbluh, R. D., & Joseph, J. P. (1998). Electrostriction of polymer dielectrics with compliant electrodes as a means of actuation. *Sensors and Actuators A: Physical*, 64(1), 77-85.
- Rumsey, D. (2010). *Statistics Essentials for Dummies*. (C. Collins, Ed.). Canada: Wiley Publishing, Inc.
- Schofield, W., & Breach, M. (2007). *Engineering Surveying* (6th ed). Elsevier's Science Oxford.
- Schfly, T. (1998). *Fabrication and Steel Structure*. AISC.
- Sasongko, R. (2018). *Survey Rekayasa Konstruksi: Survey Rekayasa Konstruksi* (Vol. 1). UPT Percetakan dan Penerbitan Polinema.
- Y. L. Xu, dkk, (2010), Monitoring temperature effects on long suspension bridges. *Structural and Health Monitoring* 17.6 : 632-653

