

SURVEY SEAFASTENING LOCATION ON BARGE PADA PT. SEATRIUM INDONESIA (STUDI KASUS: PLUTO PROJECT, BATAM YARD)

Satrio Dharmawan, Oktavianto Gustin^{1*}

¹ Teknik Geomatika, Politeknik Negeri Batam, Kota Batam, Indonesia

*Corresponding author: dharmawanstrio@gmail.com

Article history

Received:

dd-mm-yyyy

Accepted:

dd-mm-yyyy

Published:

dd-mm-yyyy

Copyright © 2019
Jurnal Teknologi dan
Riset Terapan

Open Access

Abstrak

Survei *seafastening* adalah proses pengukuran yang dilakukan di atas *barge* untuk memastikan bahwa *grillage* telah sesuai dengan gambar referensi yang ada. Dalam studi ini, peneliti menggunakan alat pengukur total station dengan seri Trimble S9HP dengan tingkat akurasi dan presisi yang sangat baik untuk mengumpulkan data. Data yang didapatkan berupa koordinat *Easting*, *Northing* dan *Elevation*, dengan metode yang diterapkan adalah *Reference Line* dengan sistem koordinat lokal, dalam penelitian ini melakukan pengukuran untuk mengetahui perbedaan tinggi antara *grillage*, jarak antara *grillage* pada dek *barge*. Penelitian ini dilakukan dengan tingkat presisi tinggi agar bisa mendapatkan hasil yang berarti. Setelah data dikumpulkan, pengolahan data akan dilakukan menggunakan perangkat lunak, di mana peneliti menggunakan *software* MK3B, setelah perhitungan selesai laporan akhir akan dibuat menggunakan perangkat lunak AutoCAD. Laporan akhir ini mencakup sketsa *barge* dan dimensi berupa *straightness*, *alignment* dan *elevation* yang telah diolah, dan akan menjadi dokumen resmi untuk perusahaan atau instansi terkait dengan menggunakan toleransi ISO 13920:2023 sebagai referensi dimensi. *Grillage* adalah struktur baja yang kokoh sebagai penopang *support structure*, sementara *seafastening* merupakan sistem pengikat di atas *barge* untuk memastikan struktur tetap dalam posisi yang aman. *Grillage seafastening* banyak digunakan dalam proyek-proyek lepas pantai, seperti transportasi komponen platform, turbin angin, dan peralatan pengeboran. Desain *grillage* dan *seafastening* harus mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk berat dan ukuran kargo. Penelitian ini akan difokuskan pada *barge Accomodation Work* (Dongbang). Dongbang adalah transportasi baik di laut maupun di darat yang mulai beroperasi pada awal Juli 1957, dirancang untuk membawa modul dan struktur lepas pantai serta berbagai keperluan lainnya. Tujuan penelitian diantaranya mengetahui cara memperoleh data *seafastening* pada *Barge Accomodation Work*, mengetahui penerapan metode survei *Refrence Line* dalam menganalisis data yang sudah diperoleh langsung dari lapangan, serta mengetahui hasil pengukuran yang dilakukan sehingga dapat menunjukkan tingkat ketelitian data secara akurat. Lokasi survei ini terletak di Port PT Seatrium Indonesia dalam kajian mengenai Proyek Pluto, Batam Yard.

Kata Kunci: *Grillage Seafastening, Survey Barge, Total Station*

Abstract

Seafastening survey is a measurement process carried out on a barge to ensure that the grillage is in accordance with the existing reference drawing. In this study, researchers used a total station measuring instrument with a Trimble S9HP series with a very good level of accuracy and precision to collect data. The data obtained are in the form of Easting, Northing and Elevation coordinates, with the method applied is Reference Line with a local coordinate system, in this study measurements were taken to determine the height difference between the grillage, the distance between the grillage on the barge deck. This research was carried out with a high level of precision order to obtain meaningful results. After the data was collected, data processing will be carried out using software, where researchers used MK3B software, after the calculation is complete the final report will be made using AutoCAD software. This final report includes a sketch of the barge and dimensions in the form of straightness, alignment and elevation that have been processed, and will be an official document for the company or related agency using ISO 13920:2023 tolerances as a dimensional reference. Grillage is a sturdy steel structure as a support structure, while seafastening is a fastening system above the barge to ensure the structure remains in a safe position. Grillage seafastening is widely used in offshore projects, such as the transportation of platform components, wind turbines,

and drilling equipment. Grillage and seafastening design must consider various factors, including the weight and size of the cargo. This research will focus on the Barge Accommodation Work (Dongbang). Dongbang is a transportation both at sea and on land that began operating in early July 1957, designed to carry offshore modules and structures as well as various other needs. The objectives of the research include knowing how to obtain seafastening data on Barge Accommodation Work, knowing the application of the Reference Line survey method in analyzing data that has been obtained directly from the field, and knowing the results of measurements carried out so that they can show the level of accuracy of the data accurately. The location of this survey is located at the Port of PT Seatrium Indonesia in the study of the Pluto Project, Batam Yard.

Keywords: Grillage Seafastening, Survey Barge, Total Station

1. PENDAHULUAN

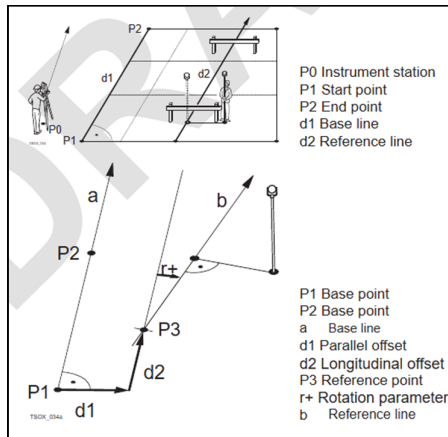
Kapal tongkang atau yang biasa dikenal dengan sebutan *Barge* yang semula tanpa mesin dan propeler (semula menggunakan operasi *towing* dengan *tugboat*) merupakan jenis kapal dengan karakteristik lambung datar atau kotak besar, Kapal tongkang digunakan sebagai alat transportasi air untuk mengangkut muatan atau barang dengan kapasitas besar dan berat. Dalam pembuatan kapal tongkang ada beberapa spesifikasi yang harus diperhatikan meliputi desain, konstruksi, pemilihan material, dan standar keselamatan selama proses pengangkutan barang berlangsung. Klasifikasi kapal tongkang terbagi menjadi beberapa jenis yaitu *Deck Cargo Barge*, *Tank Barge* atau *Liquid Cargo Barge*, *Car Barge* atau *Car Float*, dan *Accommodation Work Barge*. Performa tongkang tersebut meliputi daya apung, stabilitas, kapasitas muatan, dan kemampuan navigasi pada kapal tongkang. Dalam proses pembangunan kapal tongkang, salah satu aspek yang perlu diperhatikan adalah perancangan lambung kapal yang dirancang secara optimal sehingga mampu mengangkut berbagai jenis muatan. Apabila proses pembangunan kapal tidak memperhatikan aspek kelayakan, kekuatan, dan keselamatan dalam menghadapi berbagai kondisi lingkungan, maka dapat menimbulkan risiko kegagalan pada konstruksi. Pengukuran ini dilakukan pada *barge Accommodation Work* (Dongbang Giant), *barge* ini disesuaikan untuk mengangkat modul, struktur lepas pantai, peralatan pelabuhan Evaporator, kolom LNG dan Ocean jaket angin. Dongbang terus berkembang dan berperan penting sejalan dengan perkembangan industri Korea Selatan.

Seafastening adalah proses pengikatan atau pengamanan kargo selama transportasi laut agar memastikan barang tidak bergerak saat diatas dek tongkang karena dapat menyebabkan kerusakan pada barang atau kapal tongkang tersebut. *Seafastening* dipasang dan didesain pada *platform* di atas *barge*, juga harus didesain untuk menahan gaya defleksi dari faktor lingkungan seperti angin, arus, dan gelombang. *Grillage* dan *Seafastening* biasanya dipengaruhi oleh cara barang dimuat untuk diangkut ke tongkang. *Seafastening* akan dilas pada tongkang sebelum objek dipindahkan dari *on-fabrication* ke atas tongkang guna meratakan beban antara *Seafastening* dan memastikan agar tetap terlindungi dengan baik. Total station merupakan pengembangan dari alat theodolit, yaitu alat yang pertama

kali diperkenalkan oleh perusahaan Carl Zeiss pada 1968 bertujuan untuk mendapatkan dan mengumpulkan data berisi koordinat. Total station dapat melakukan pengukuran jarak dan sudut (sudut horizontal dan vertikal) secara otomatis. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan total station Trimble S9HP dengan metode *Reference Line* dalam menganalisis informasi *grillage* di *Barge Accommodation Work* (Dongbang Giant). Pengambilan data dilakukan secara langsung, tepatnya sebelum mobilisasi pemindahan *module* dilakukan, sedangkan dengan penelitian terdahulu dengan jurnal *Pipe Stacking Optimization and Sea Fastening Analysis of Linepipe Transport* (Sihombing, 2020) membahas proses penumpukan pipa sebelum pengiriman. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam proses pengambilan data *seafastening* modul dikirim melalui laut, untuk mencegah terjadinya kegagalan selama proses pengiriman, sehingga dapat memberikan informasi kepada lembaga terkait (perusahaan) dan *Client* terkait hasil analisis serta kondisi sebenarnya dari objek yang diteliti.

2. METODE

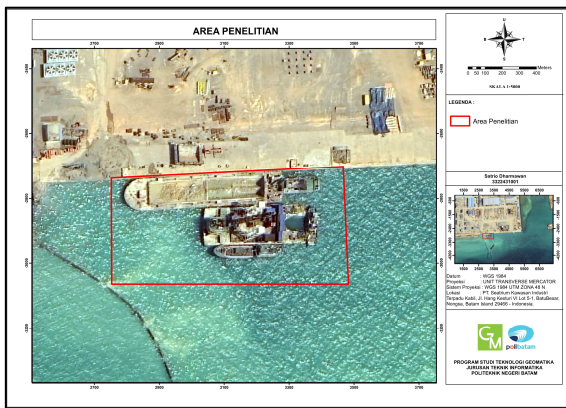
Reference Line merupakan aplikasi garis referensi dapat digunakan untuk menandai atau mengukur titik relatif terhadap sebuah garis yang ditentukan oleh dua titik. *Reference Line* adalah aplikasi yang memudahkan penentuan atau pemeriksaan garis, misalnya, untuk bangunan, bagian jalan, atau penggalian sederhana. Aplikasi ini memungkinkan untuk mendefinisikan garis referensi dan kemudian menyelesaikan tugas-tugas berikut terkait garis tersebut. Arah yang diatur sebagai referensi utama untuk seluruh pengukuran sudut horizontal saat menggunakan total station, garis dasar ditentukan oleh dua titik referensi. Semua titik dapat diukur dan dimasukkan secara manual. Dalam pengukuran menggunakan total station berfungsi sebagai garis dasar yang menjadi acuan untuk mengukur sudut dan jarak. Garis ini bertindak sebagai titik awal untuk mengorientasikan alat, sehingga semua hasil pengukuran mengarah ke satu arah yang konsisten, sistem koordinat lokal yang digunakan selama pengujian disejajarkan sedemikian rupa sehingga sumbu x (arah utara) menunjuk ke arah yang sama dengan tiang pengukur ketika dipegang tegak lurus terhadap pengamatan yang dilakukan oleh stasiun total Arah (arah) tiang pengukur dengan demikian adalah 0 gon. Sumbu y (arah timur) tegak lurus terhadap sumbu x.



Gambar 2. 1 Penjelasan *Reference Line*

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini melakukan pengamatan di Port PT Seatrium Indonesia dengan studi kasus Pluto Project, Batam Yard.



Gambar 2. 2 Lokasi Penelitian

2.2. Data dan Peralatan

Penelitian ini menggunakan alat ukur total station digunakan untuk mengukur sudut dan jarak dan menentukan koordinat dari hasil pengukuran menjadi koordinat X, Y, Z dan ada beberapa alat ukur untuk membantu melakukan proses pengambilan data. Perangkat lunak juga menjadi alat utama untuk mendukung perhitungan untuk menjadi hasil laporan akhir.

Alat dan bahan yang digunakan adalah

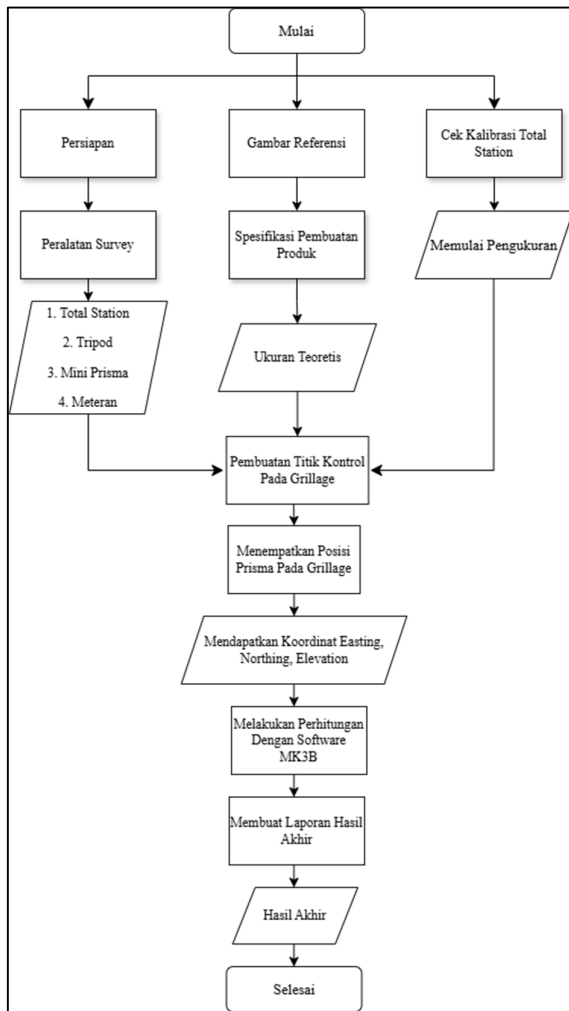
Table 2. 1 Data dan Peralatan

No	Nama & Spesifikasi	Fungsi
1	Total station Trimble S9HP	Total station Trimble S9HP adalah alat yang digunakan untuk melakukan pemetaan secara modern dan perencanaan konstruksi bangunan. Cara kerja total station yaitu dengan mengukur jarak dan sudut (vertical dan horizontal) secara otomatis.

2	Kaki Tiga (Tripod)	Untuk menstabilkan alat yang dipasang, dengan pengaturan yang tepat akan diperoleh statif yang stabil.
3	Meteran	Meteran adalah digunakan untuk membagi titik pusat dari lebar <i>Grillage</i> .
4	Prisma Seco	Berfungsi sebagai reflektor untuk memantulkan sinar dari alat total station (EDM) agar jarak dan sudut dapat diukur secara akurat.
5	Baterai total station Trimble S9HP	Sebagai sumber daya utama untuk mengoperasikan total station.
6	Triangle	Digunakan pada area yang tidak rata atau licin seperti lantai, permukaan beton, dan dek barge.
7	Chalk Line	Alat yang digunakan untuk membuat garis lurus pada permukaan besi.
8	Kapur Besi	Digunakan untuk menandai permukaan besi.
9	Center Punch	Digunakan untuk membuat Titik/Tanda lekukan kecil pada suatu benda kerja.
10	Palu	Digunakan untuk menandai lokasi pusat yang telah kita buat.
11	Laptop	Dalam menyelesaikan proyek akhir ini, digunakan perangkat keras sebagai sarana untuk menjalankan berbagai perangkat lunak.
12	MK3B DOS, Portable Software	Dalam tahapan pengolahan, data dimanfaatkan untuk merubah data lapangan menjadi sebuah dokumen resmi.

2.3. Proses Penelitian

Diagram alir penelitian



Gambar 2. 3 Diagram Alir Penelitian

Adapun penjelasan dari diagram alir pelaksanaan penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

a. Persiapan

Melakukan aktivitas atau langkah-langkah tertentu untuk digunakan, dengan memahami terlebih dahulu apa saja yang diperlukan sebelum melakukan proses pengukuran.

b. Peralatan Survey

Merupakan alat atau instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data, mengukur dan menghasilkan data. Alat ini digunakan untuk mengetahui *straightness*, *alignment* dan *elevation*. Peralatan survei sangat penting untuk memperoleh data yang tepat dan akurat, sehingga dapat digunakan dalam pembuatan laporan.

c. Gambar Referensi

Gambar referensi yang mencakup data penting seperti ukuran, bahan, dan elemen-elemen dalam tahap pembuatan struktur

d. Spesifikasi Pembuatan Produk

Dalam merancang sebuah produk ada spesifikasi khusus yang harus ada sebagai nilai penting dalam proses pembuatan.

e. Ukuran Teoritis

Ukuran teoritis adalah ukuran yang didapatkan dari perhitungan atau desain awal berdasarkan gambar kerja, spesifikasi teknis, atau standar yang berlaku, bukan dari pengukuran langsung di lapangan. Ukuran ini biasanya berasal dari gambar desain. Ukuran teoritis digunakan sebagai patokan untuk dibandingkan dengan ukuran sebenarnya yang didapat dari pengukuran di lapangan.

f. Cek Kalibrasi Total Station

Proses ini bertujuan memastikan alat ukur berfungsi sesuai dengan standar yang ditentukan pabrik sebelum digunakan di lapangan. Hal ini sangat penting karena kesalahan dalam proses kalibrasi dapat menyebabkan ketidakakuratan hasil pengukuran, yang pada akhirnya memengaruhi kualitas dan kebenaran dari proyek tersebut.

g. Pembuatan Titik Kontrol Pada *Grillage*

Sebelum mengumpulkan data, peneliti harus membuat titik-titik yang akan diukur agar hasilnya bisa digunakan dalam membuat laporan survei.

h. Menempatkan Posisi Prisma Pada *Grillage*

Titik kontrol yang telah dibuat akan menjadi referensi pengambilan data dengan memosisikan prisma sebagai target.

i. Mendapatkan Koordinat *Easting*, *Northing* dan *Elevation*

Data yang didapatkan menggunakan total station Trimble S9HP berupa nilai *Easting*, *Northing* dan *Elevation*.

j. Melakukan Perhitungan Dengan *Software MK3B*

Setelah data dikumpulkan dari lapangan, data tersebut akan diproses menggunakan perangkat lunak MK3B.

k. Membuat Laporan Hasil Akhir

Data yang sudah dihitung akan dibuat menjadi hasil akhir menggunakan software AutoCAD.

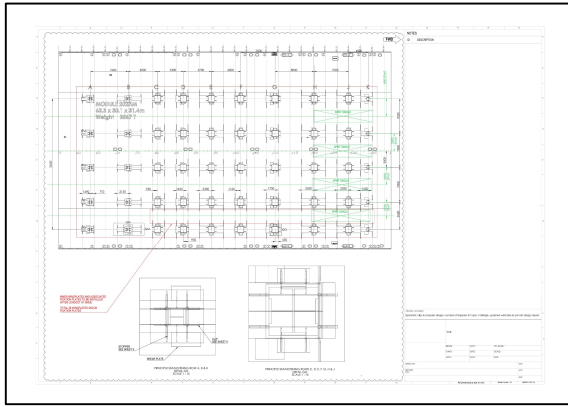
l. Hasil Akhir

Informasi yang tersedia menunjukkan hasil pengukuran dan perhitungan terhadap *straightness*, *alignment*, dan *elevation* pada *grillage seafastening*, sehingga diperoleh hasil akhir yang sesuai untuk digunakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Referensi Gambar

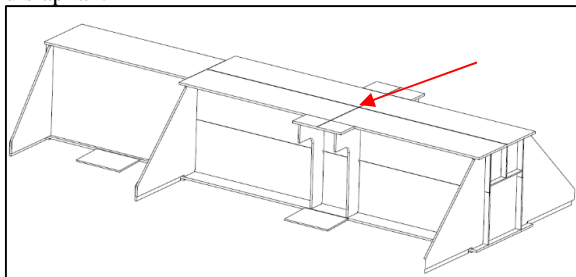
Sebelum melakukan pengukuran pada *seafastening grillage*, peneliti perlu memiliki gambar sebagai acuan dasar agar bisa mengetahui ukuran yang sesuai serta spesifikasi yang diinginkan. Gambar referensi tersebut mencakup informasi tentang dimensi, toleransi, dan material. Fungsi utama dari gambar referensi adalah memastikan presisi dalam pembuatan *grillage*, mengurangi kesalahan selama proses pembuatan, serta sebagai dasar untuk memverifikasi hasil kerja. Adanya gambar referensi juga membantu memastikan proses konstruksi berjalan lancar, tepat, dan efisien. Gambar 3.1 merupakan referensi gambar yang ditetapkan oleh Perusahaan.



Gambar 3. 1 Referensi Gambar

3.2. Pembuatan Point pada Grillage

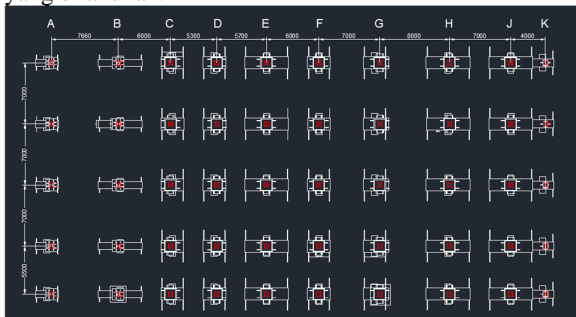
Sebelum memulai survei, peneliti akan menandai titik kontrol di setiap *grillage* menggunakan *chuckline*. Titik kontrol yang sudah ditandai tersebut selanjutnya digunakan sebagai acuan untuk mengambil data dengan alat total station, sehingga diperoleh nilai koordinat *Easting*, *Northing*, dan *Elevation* pada *grillage* tersebut. Penempatan titik kontrol dilakukan sesuai dengan ukuran yang ditentukan dan gambar referensi yang sudah disiapkan.



Gambar 3. 2 Titik Kontrol Pengambilan Data

3.3. Pengukuran Grillage Seafastening

Proses pengambilan data menggunakan total station Trimble S9HP untuk memperoleh koordinat *Easting*, *Northing* dan *Elevation* dengan metode yang digunakan berupa *Reference Line*. Total station Trimble S9HP menghasilkan data yang bisa disimpan dalam berbagai format file dan dapat di ekspor atau impor untuk berbagai jenis perangkat lunaknya. Dalam pengukuran ini dilakukan posisi total station berada diatas *barge* dengan kondisi nivo/bubble *non active*. Pengambilan data dilakukan dengan secara keseluruhan pada *grillage*. Gambar 3.3 merupakan titik kontrol pengambilan data yang dilakukan.



Gambar 3. 3 Titik Kontrol Pengukuran

Dari proses pengambilan data pada *grillage seafastening* mendapatkan hasil pengukuran berupa koordinat *Easting*, *Northing* dan *Elevation* seperti tabel berikut ini.

Table 3. 1 Data Sebelum Dilakukan Pengolahan

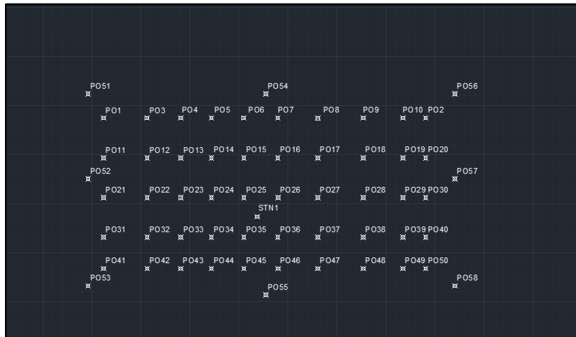
Nama Point	Easting	Northing	Elevation
PO1	0.000	0.000	0.000
PO2	0.000	56.677	0.040
STN1	17.503	27.675	0.033
PO3	-0.008	7.660	0.058
PO4	-0.002	13.603	0.035
PO5	0.000	18.965	0.045
PO6	0.000	24.663	0.010
PO7	0.002	30.668	0.020
PO8	-0.002	37.670	0.062
PO9	0.000	45.673	0.032
PO10	0.001	52.677	0.098
PO11	7.000	0.004	0.026
PO12	7.009	7.673	0.032
PO13	6.996	13.607	0.063
PO14	7.009	18.972	0.055
PO15	7.013	24.672	0.062
PO16	7.000	30.673	0.045
PO17	7.012	37.668	0.045
PO18	7.001	45.666	0.062
PO19	7.010	52.684	0.036
PO20	7.008	56.683	0.042
PO21	13.994	0.008	0.062
PO22	13.995	7.672	0.036
PO23	13.991	13.625	0.029
PO24	14.012	18.975	0.030
PO25	14.004	24.680	0.042
PO26	13.998	30.686	0.040
PO27	14.006	37.677	0.049
PO28	14.013	45.680	0.047
PO29	14.006	52.686	0.030
PO30	14.009	56.687	0.040
PO31	20.998	0.008	0.020
PO32	21.000	7.676	0.034
PO33	21.002	13.621	0.040
PO34	21.008	18.974	0.032
PO35	21.008	24.684	0.020
PO36	20.999	30.666	0.045
PO37	21.018	37.677	0.040
PO38	21.010	45.683	0.020
PO39	21.008	52.687	0.032
PO40	21.007	56.688	0.045
PO41	26.511	0.000	0.045
PO42	26.510	7.666	0.040
PO43	26.502	13.609	0.020
PO44	26.513	18.963	0.032
PO45	26.506	24.674	0.025
PO46	26.511	30.679	0.033
PO47	26.520	37.670	0.031
PO48	26.510	45.673	0.062
PO49	26.506	52.674	0.065
PO50	26.508	56.676	0.042
PO51	-7.433	-1.690	0.040
PO52	10.499	-1.690	0.032
PO53	29.457	-1.690	0.032
PO54	29.457	-1.690	0.032
PO55	29.457	33.509	0.014

PO56	-7.433	59.909	0.032
PO57	10.499	59.909	0.062
PO58	29.457	59.909	0.042

Tabel tersebut menampilkan koordinat *Easting*, *Northing* dan *Elevation* yang diperoleh dari pengukuran *grillage seafastening* menggunakan total station Trimble S9HP yang berada diatas dek *barge*. Nilai *Easting* merupakan sumbu horizontal ke kanan (arah timur), Nilai *Northing* menuju arah depan (utara) dengan 0° sedangkan nilai *Elevation* merupakan arah vertical dengan tinggi titik datum.

3.4. Plotting koordinat AutoCAD

Koordinat yang diperoleh dari proses pengukuran di *grillage* kemudian diplotkan di AutoCAD sebagai gambaran lokasi di mana data diambil, sehingga memudahkan proses perhitungan selanjutnya. Untuk melakukan plotting di AutoCAD, digunakan Microsoft Excel dengan formula "Concatenate" atau program penghitungan lainnya agar proses plotting menjadi lebih mudah.



Gambar 3. 4 Plotting Point Menggunakan AutoCAD

3.5. Pengolahan Data Menggunakan MK3B

Langkah 1

Mengimport data dari total station menggunakan USB dengan format teks, lalu mengubah format file tersebut menjadi crd dengan bantuan Microsoft Excel. Setelah itu, data yang telah diubah akan diproses di komputer menggunakan perangkat lunak MK3B.

Langkah 2

Menandai setiap point yang akan diproses dengan rotasi dari PO1(Datum pertama) ke PO2(Datum kedua) dengan sudut 90 derajat, sehingga nilai *elevation* pada datum memiliki nilai yang sama.

Langkah 3

Setelah melakukan rotasi point PO1(Datum pertama) dan PO2(Datum kedua), pastikan datum pertama (PO1) memiliki nilai koordinat 0,0,0 sehingga dapat dilakukan perhitungan.

Hasil dari perhitungan dengan perangkat lunak MK3B mendapatkan hasil koordinat *Easting*, *Northing* dan *Elevation* pada *grillage seafastening*.

Table 3. 2 Sesudah dilakukan pengolahan menggunakan MK3B

Nama Point	<i>Easting</i>	<i>Northing</i>	<i>Elevation</i>
------------	----------------	-----------------	------------------

PO1	0.000	0.000	0.000
PO2	0.000	56.677	0.000
STN1	17.503	27.675	0.014
PO3	-0.008	7.660	0.053
PO4	-0.002	13.603	0.025
PO5	0.000	18.965	0.032
PO6	0.000	24.663	-0.007
PO7	0.002	30.668	-0.002
PO8	-0.002	37.670	0.035
PO9	0.000	45.673	0.000
PO10	0.001	52.677	0.061
PO11	7.000	0.004	0.026
PO12	7.009	7.673	0.027
PO13	6.996	13.607	0.053
PO14	7.009	18.972	0.042
PO15	7.013	24.672	0.045
PO16	7.000	30.673	0.023
PO17	7.012	37.668	0.018
PO18	7.001	45.666	0.030
PO19	7.010	52.684	-0.001
PO20	7.008	56.683	0.002
PO21	13.994	0.008	0.062
PO22	13.995	7.672	0.031
PO23	13.991	13.625	0.019
PO24	14.012	18.975	0.017
PO25	14.004	24.680	0.025
PO26	13.998	30.686	0.018
PO27	14.006	37.677	0.022
PO28	14.013	45.680	0.015
PO29	14.006	52.686	-0.007
PO30	14.009	56.687	0.000
PO31	20.998	0.008	0.020
PO32	21.000	7.676	0.029
PO33	21.002	13.621	0.030
PO34	21.008	18.974	0.019
PO35	21.008	24.684	0.003
PO36	20.999	30.666	0.023
PO37	21.018	37.677	0.013
PO38	21.010	45.683	-0.012
PO39	21.008	52.687	-0.005
PO40	21.007	56.688	0.005
PO41	26.511	0.000	0.045
PO42	26.510	7.666	0.035
PO43	26.502	13.609	0.010
PO44	26.513	18.963	0.019
PO45	26.506	24.674	0.008

PO46	26.511	30.679	0.011
PO47	26.520	37.670	0.004
PO48	26.510	45.673	0.030
PO49	26.506	52.674	0.028
PO50	26.508	56.676	0.002
PO51	-7.433	-1.690	0.041
PO52	10.499	-1.690	0.033
PO53	29.457	-1.690	0.033
PO54	29.457	-1.690	0.033
PO55	29.457	33.509	-0.010
PO56	-7.433	59.909	-0.010
PO57	10.499	59.909	0.020
PO58	29.457	59.909	0.000

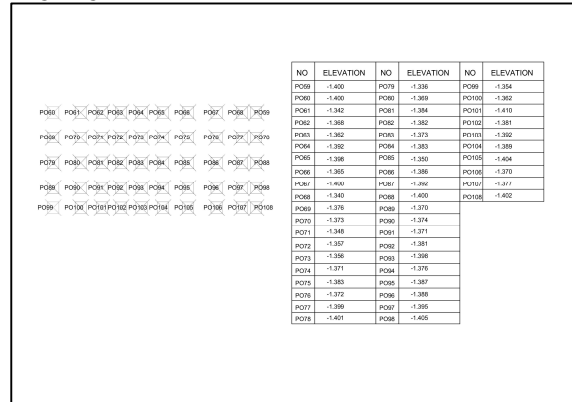
Hasil dari perhitungan akan ditampilkan dalam bentuk report laporan akhir sebagai hasil dari pengukuran yang dilakukan. Setelah melakukan perhitungan nilai *Easting* dan *Northing* akan dilakukan pengolahan data *Elevation* antara *grillage* dan dek tongkang. Nilai perbedaan tinggi antara *grillage* dan dek tongkang seperti tabel ini.

Table 3. 3 Data *Elevation* Pada Dek Tongkang

Nama Point	<i>Elevation</i>	Nama Point	<i>Elevation</i>
PO59	-1.400	PO84	-1.383
PO60	-1.380	PO85	-1.370
PO61	-1.342	PO86	-1.386
PO62	-1.368	PO87	-1.392
PO63	-1.362	PO88	-1.400
PO64	-1.392	PO89	-1.370
PO65	-1.398	PO90	-1.374
PO66	-1.365	PO91	-1.371
PO67	-1.400	PO92	-1.381
PO68	-1.340	PO93	-1.398
PO69	-1.376	PO94	-1.376
PO70	-1.373	PO95	-1.387
PO71	-1.348	PO96	-1.388
PO72	-1.357	PO97	-1.395
PO73	-1.356	PO98	-1.405
PO74	-1.371	PO99	-1.354
PO75	-1.383	PO100	-1.362
PO76	-1.372	PO101	-1.410
PO77	-1.399	PO102	-1.381
PO78	-1.401	PO103	-1.392
PO79	-1.336	PO104	-1.389
PO80	-1.369	PO105	-1.404
PO81	-1.384	PO106	-1.370
PO82	-1.382	PO107	-1.377
PO83	-1.373	PO108	-1.402

Untuk mencari nilai perbedaan tinggi dalam penelitian ini membutuhkan data pada dek tongkang untuk mengetahui *Elevation* yang berada di *grillage*. Berikut hasil plotting

menggunakan AutoCAD dan nilai *Elevation* pada dek tongkang.



Gambar 3. 5 Plotting nilai *Elevation*

Merupakan hasil dari perhitungan nilai *Elevation* antara *grillage* dan dek tongkang dengan menggunakan proses perhitungan dari perangkat lunak MK3B.

3.6. Toleransi Dimension *Grillage Seafastening*

Berdasarkan analisis dari pengolahan MK3B yang diterapkan dalam uji ini, ditemukan adanya perbedaan antara *grillage seafastening*. Ini mengindikasikan bahwa ada variasi dimensi pada *grillage seafastening* dibandingkan dengan ukuran yang tercantum dalam gambar. Namun ukuran yang diukur masih dalam batas toleransi yang dapat diterima. Dimensi ini mencakup ukuran, bentuk, lokasi, tekstur permukaan, atau karakteristik geometris suatu bagian. Toleransi mengacu pada perbedaan antara nilai maksimum (batas atas) dan nilai minimum (batas bawah) yang diperbolehkan. ISO 13920:2023 menetapkan toleransi umum untuk dimensi linier dan sudut serta untuk bentuk dan posisi struktur las dalam empat kelas toleransi, berdasarkan akurasi standar. Berikut merupakan *tolerance for linear* berdasarkan ISO 1390:2023

Tolerance class	Range of nominal sizes										
	l mm										
	2 <l ≤ 30	30 <l ≤ 120	120 <l ≤ 400	400 <l ≤ 1 000	1 000 <l ≤ 2 000	2 000 <l ≤ 4 000	4 000 <l ≤ 8 000	8 000 <l ≤ 12 000	12 000 <l ≤ 16 000	16 000 <l ≤ 20 000	> 20 000
Tolerances											
t mm											
A	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9	
B	±2	±2	±3	±4	±6	±8	±10	±12	±14	±16	
C	±3	±4	±6	±8	±11	±14	±18	±21	±24	±27	
D	±4	±7	±9	±12	±16	±21	±27	±32	±36	±40	

Gambar 3. 6 *Tolerance for linear*

Berikut merupakan *tolerance for straightness* berdasarkan ISO 13920:2023

Tolerance class	Range of nominal sizes										
	l mm (relates to longer side of the surface)										
	30 <l ≤ 120	120 <l ≤ 400	400 <l ≤ 1 000	1 000 <l ≤ 2 000	2 000 <l ≤ 4 000	4 000 <l ≤ 8 000	8 000 <l ≤ 12 000	12 000 <l ≤ 16 000	16 000 <l ≤ 20 000	> 20 000	
Tolerances											
t mm											
E	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8	
F	1	1,5	3	4,5	6	8	10	12	14	16	
G	1,5	3	5,5	9	11	16	20	22	25	25	
H	2,5	5	9	14	18	26	32	36	40	40	

Gambar 3. 7 *Tolerance for Straightness*

