



KAJIAN TERHADAP *BREAKWATER* KESAN OMBAK
PADA WAKTU AIR PASANG DAN SURUT MENGGUNAKAN TEKNIK TERRESTRIAL
LASER SCANNING

Sr Fazili Anuar Md Yusuf

INSTITUT TANAH DAN UKUR NEGARA
KEMENTERIAN SUMBER ASLI DAN KELESTARIAN ALAM

KAJIAN TERHADAP *BRAEKWATER* AKIBAT HEMPASAN OMBAK PADA WAKTU AIR PASANG DAN SURUT MENGGUNAKAN TEKNIK TERRESTRIAL LASER SCANNING

Sr Fazili Anuar Md Yusuf

Seksyen Pemetaan, Bahagian Ukur Pemetaan, Institut Tanah dan Ukur Negara
(INSTUN), Kementerian Sumber Asli dan Kelestarian Alam (NRES).

Abstrak

Fenomena kejadian air pasang dan surut merupakan satu kejadian alam semulajadi, fenomena ini juga merupakan salah satu faktor terjadinya ombak yang semakin hari memberikan kesan hakisan terhadap pantai. Oleh itu pembinaan benteng pemecah ombak (*Brake Water*) merupakan salah satu kaedah menghalang kejadian hakisan pantai yang berterusan, selain daripada menjadi penghalang bagi berlakunya tsunami. Namun begitu, sejauh manakah kekuatan *Brake Water* ini dalam menjalankan tugasnya. Kajian ini adalah bagi mengesan pergerakan melalui *point cloud* yang terhasil daripada imbasan digital (*Terrestrial Laser Scanning*) terhadap *Brake Water* yang terdapat di Langkawi. Sejauh manakah keberkesanan alat ini dapat dilihat dalam kertas kerja kajian “*Kajian Terhadap Benteng Akibat Hempasan Ombak Pada Waktu Air Pasang Dan Surut Menggunakan Teknik Terrestrial Laser Scanning*”.

Kata kunci: *Braekwater*¹, Ombak², *Terrestrial Laser Scanning*³

1.0 Pengenalan

Seperti sedia maklum Malaysia merupakan satu negara yang menjadi tumpuan pada mata dunia baik dari segi pembangunan ekonominya mahupun sektor kesan tinggalan sejarah pada dunia.

Sektor pelancongan merupakan salah satu daya tarikan tersendiri kepada para pelancong bagi memilih Malaysia sebagai satu destinasi yang harus ditujui seperti pantai-pantai yang menarik dan turut tidak ketinggalan juga pulau-pulau yang menjadi tarikan dunia dan Pulau Langkawi merupakan salah satu pulau yang wajib dikunjungi. Pantai-pantai yang terdapat disekitar pulau ini sudah pasti terdapat ramainya pelancong dan menjadi salah satu punca rezeki kepada penduduk kampung. Seperti Kampung Kuala Muda Langkawi yang mana pantai ini dilindungi oleh tembok/ benteng pemecah ombak agar aktiviti laut boleh dijalankan dengan selamat.

Walaupun Malaysia sering dikejutkan dengan fenomena bencana alam yang berlaku di negara jiran yang sedikit sebanyak turut berikan kesan sampingan. Pada kebelakangan ini kejadian Tsunami telah banyak berlaku dan berikan kesan yang amat besar terhadap masyarakat amnya yang tinggal di kawasan pesisir pantai seperti di Kampung Kuala Muda ini. Namun tembok/ benteng pemecah ombak inilah menjadi benteng pertahanan kepada penduduk.

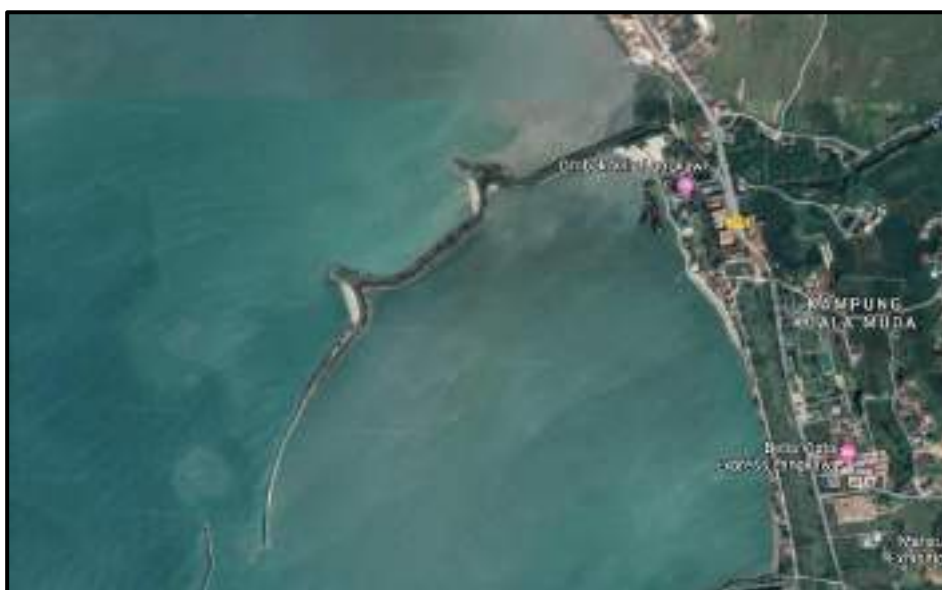
Oleh itu sejauh manakah kekuatan tembok ini dapat bertahan? Adakah tiadanya kesan pergerakan atau perubahan pada strukturnya? Oleh yang demikian projek kajian ini adalah bertujuan bagi mengenal pasti akan persoalan yang telah wujud. Pasukan tindakan projek kajian ini telah ditubuhkan bagi maksud berkenaan, oleh yang demikian projek dirancanakan secara berjadual dan jadual tindakan ini akan keluar sejurus kelulusan bagi projek ini diperolehi.

1.1 Objektif Kajian

- i. Mengetahui dan menganalisis parameter kesan ombak terhadap benteng.
- ii. Pemodelan secara tiga dimensi kawasan kajian terhadap kesan ombak berdasarkan cerapan terrestrial laser scanner.

1.2 Skop Kajian

- i. Kawasan kajian penyelidikan adalah di benteng pemecah ombak Kampung Kuala Muda, Langkawi Kedah.



Gambar 1: Kawasan Kajian
(Sumber: Google Maps)

- ii. Waktu air laut pasang dan surut di kawasan kajian
- iii. Kesan pergerakan atau perubahan terhadap struktur

1.3 Justifikasi pemilihan kawasan kajian

i. Lokasi kawasan kajian

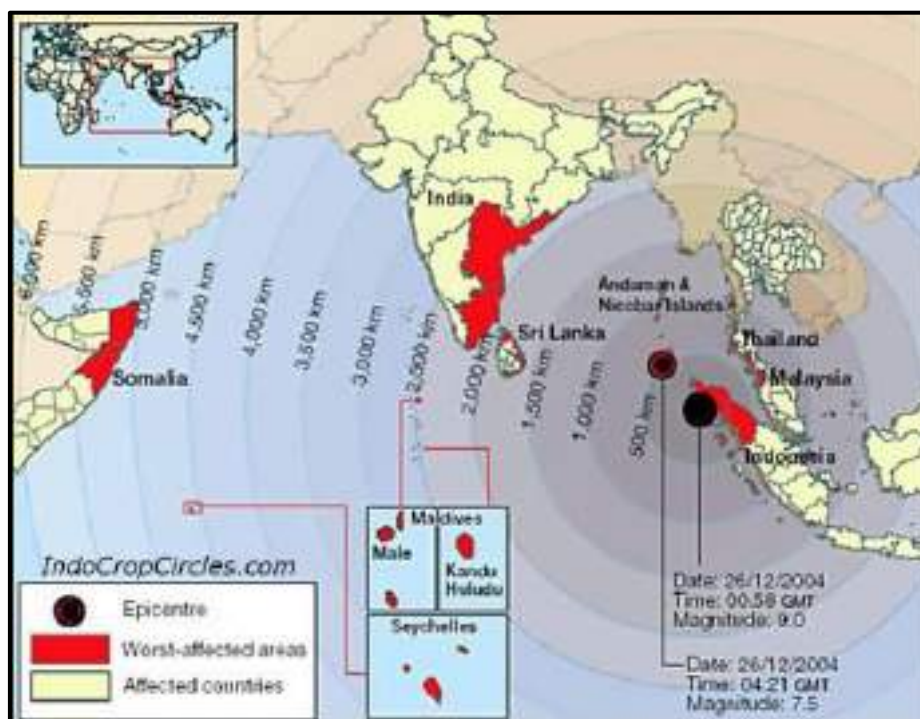
Terletak di Selat Melaka dan juga merupakan kawasan yang terdedah kepada Lautan Andaman. Kita sedia maklum kesan-kesan tsunami yang telah berlaku pada tahun 2004 yang mana kawasan ini berisiko untuk berlakunya perubahan struktur.



Gambar 2: Kawasan Kajian
(Sumber: Google Maps)



Gambar 3: Kawasan kajian di bahagian laut terbuka *Andaman Sea* (Sumber: Google Maps)



Gambar 4: Kawasan kajian yang terdedah kepada risiko tsunami 2004

(Sumber: https://indocropcircles.files.wordpress.com/2017/04/two-tsunami_sumatran-dua-kali-gempabumi-di-aceh-2004.jpg?w=618&h=478)

ii. **Kekuatan ombak dan ketinggian**

Kekuatan ombak dan ketinggian pernah dicatatkan setinggi 3.5meter dengan kelajuan 50km/j. Perkara demikian juga menjadi salah satu faktor pemilihan bagi kawasan kajian ini ditambah pula catatan dari 2004 hingga sekarang kekerapan gempa atau tsunami yang sering melanda negara jiran (Indonesia)



Gambar 5: Kelajuan dan ketinggian ombak yang dilaporkan (Sumber: utusan.com.my)



Gambar 6: Kelajuan dan ketinggian ombak yang dilaporkan
(Sumber: utusan.com.my)

iii. **Tembok/ Benteng Pemecah ombak**

Antara faktor lain yang menjadi pemilihan kawasan ini adalah kawasan persisir pantai kampong in dilindungi oleh benteng pemecah ombak yang menjadi perlindungan kepada penduduk daripada pukulan atau hempasan ombak yang kuat.



Gambar 7: Kawasan pesisir pantai kawasan kajian
(Sumber: Google foto)



Gambar 8: Kawasan pesisir pantai kawasan kajian
(Sumber: Google foto)

1.4 Tujuan / Objektif Kajian

- i. Mengetahui dan menganalisis parameter kesan ombak terhadap benteng.
- ii. Pemodelan secara tiga dimensi kawasan kajian terhadap kesan ombak berdasarkan cerapan terrestrial laser scanner.

1.5 Peralatan yang terlibat dan akan digunakan didalam kajian penyelidikan

No.	Peralatan	Gambar	Ringkasan
1	Faro Focus M70		Digunakan bagi tujuan imbasan laser di kawasan kajian
2	Faro Focus M70 Tripod		Digunakan bagi mendirikan alat scanner
3	Sphere Ball & Marker Board		Digunakan sebagai rujukan imbasan
4	Kamera digital		Digunakan bagi merakam keadaan pantai dan ombak kawasan kajian

5	Jam		Digunakan bagi mencatat waktu penyelidikan dijalankan
---	-----	---	---

Rajah 1: Senarai Peralatan

1.6 Jangkaan Hasil Kajian Penyelidikan

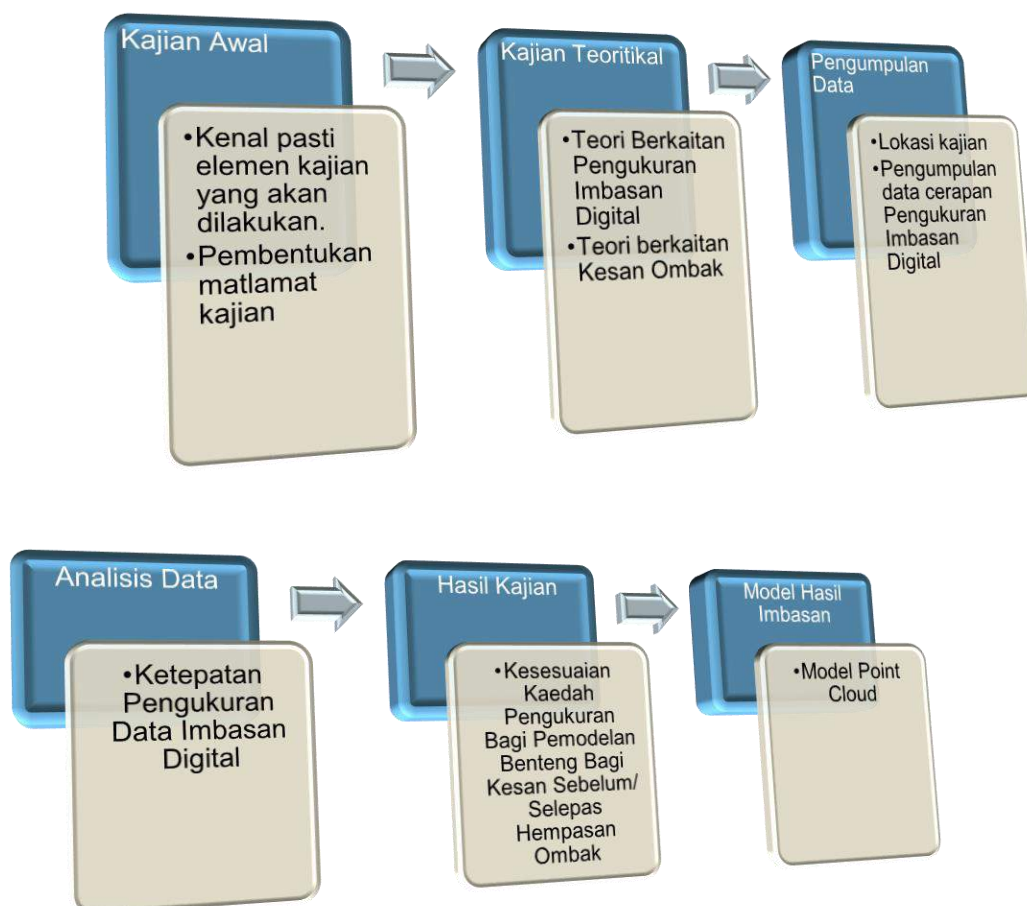
Di akhir kajian penyelidikan ini dijangkakan akan terdapat sedikit perbezaan yang akan dikenalpasti melalui kajian projek ini. Segala hasil kajian ini boleh digunakan sebagai sumber rujukan oleh pihak atau agensi yang berkenaan bagi tujuan baik pulih atau pemantaun secara berkala.

1.7 Kesimpulan

Kajian projek ini perlu dijalankan dan diteruskan dari masa ke semasa ini berikutan keadaan pasang surut air laut dan keadaan cuaca dan juga tiupan angin di lautan pantai barat yang kian tidak menentu.

2.0 Metodologi Kajian

Dalam menjalankan kajian ini, penulis telah merangka satu carta alir pelaksanaan gerak kerja kajian yang dilakukan. Rajah 2 menunjukkan carta alir kajian yang dijalankan.



Rajah 2: Carta alir kajian

2.1 Kajian Awal

Pada peringkat permulaan ini, perancangan perlu ini termasuklah dalam mengenal pasti elemen kajian yang akan dilakukan. Dalam kajian ini elemen yang telah dikenal pasti adalah seperti yang berikut:

- i. Pergerakan pada model yang akan diimbas digital
- ii. Peralatan yang digunakan

Selain itu, pembentukan matlamat kajian ini juga turut dikenal pasti dan dalam kes ini adalah seperti yang berikut:

- i. Melatih penceramah dan fasilitator INSTUN dalam pengendalian peralatan ukur agar lebih kompeten semasa penyampain modul kursus yang telah dirancang dan juga menjadi rujukan daripada jabatan/ agensi/ institut pengajian tinggi.
- ii. Melatih penceramah dan fasilitator INSTUN dalam pemprosesan data penawanan data dan persembahan data yang lebih interaktif.

2.2 Kajian Teoritik

Dalam peringkat kajian teori ini, penekanan yang akan dibuat adalah pada alat *TLS* dan juga pada kesan ombak terhadap alam sekitar. Ini dapat dilihat pada kajian teori pada para 3.0.

2.3 Pengumpulan Data

Pada peringkat pengumpulan data dapat dilihat bagaimana cara-cara penawanan data *TLS* dilakukan dilapangan pada lokasi kawasan kajian yang dicadangkan.

2.4 Analisa Data

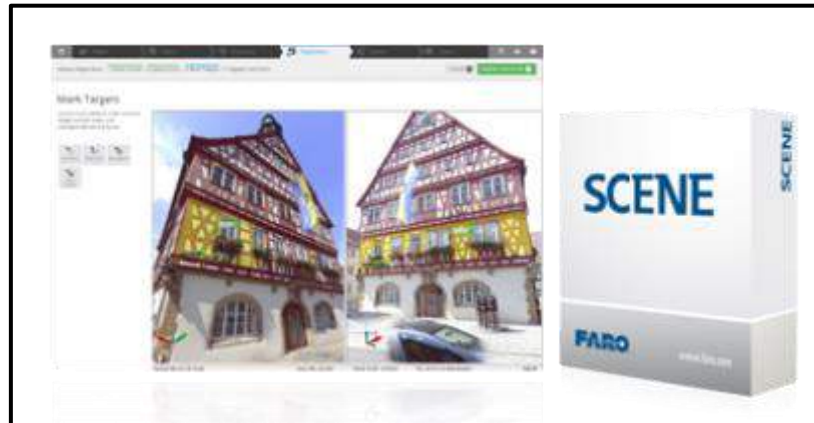
Pada peringkat analisa data imbasan ini, dapat kita lihat dari segi ketetapan pengukuran (imbasan) yang telah dibuat, ini termasuklah *miss match error* yang dapat dikesan semasa pemprosesan data.

2.5 Hasil Kajian

Di peringkat ini, model imbasan digital akan dapat diterbitkan dan besar kemungkinan akan terdapat perbezaan pada model imbasan dan kesimpulan/ penganalisan dapat diberikan.

2.6 Model Hasil Imbasan

Model yang akan dihasilkan dalam peringkat ini adalah model *point cloud 3D* yang akan dijana daripada perisian *Faro Scene*. (Gambar 9)



Gambar 9: Perisian Faro Scene

3.0 Kajian Teoritikal

3.1 Potensi Penggunaan Alat Terrestrial Laser Scanning (TLS)

Pengimbas Digital Terrestrial atau *Terrestrial Laser Scanning (TLS)* merupakan satu alat yang digunakan secara meluas di dalam era revolusi *IR 4.0* pada masa kini. Ianya berkemampuan mengimbas sesuatu objek yang pegun (*Static*) bagi membentuk model tiga dimensi (3D). Untuk mewujudkan model 3D ini, titik-titik awan (*point cloud*) telah diwujudkan dengan mempunyai nilai koordinat X, Y & Z tersendiri. Jumlah *point cloud* yang diwujudkan pula boleh mencecah hingga ratusan juta dan bergantung juga pada objek yang di imbas dan keadaan persekitaran. Menurut Lichti, dkk (2005) menerangkan bahawa Terrestrial Laser Scanner (TLS) merupakan suatu peralatan merakam gambar (*image*) aktif yang secara cepat dapat memperoleh kumpulan dari titik–titik tiga dimensi dari suatu objek mahupun sesuatu permukaan. Oleh itu kaedah ataupun teknik imbasan bagi merakamkan titik 3D tersebut perlulah diketahui agar ianya lebih efisien dalam kerja-kerja yang dijalankan, hal demikian seperti mana telah diterangkan oleh Boehler, dkk (2002) menjelaskan bahawa terdapat dua jenis scanner berdasarkan prinsip pengoperasiannya, iaitu:

i. *Triangulation Scanner*

adalah terdiri dari *single camera solution* dan *double camera solution*

ii. *Ranging Scanner*: -

a. *Time of flight of a laser pulse*

Laser dipancarkan ke objek selanjutnya jarak dihitung dari waktu perjalanan antara isyarat transmisi dan penerimaannya. Prinsip ini mempunyai ketepatan rendah kerana ia merupakan jenis pengimbas jarak jauh dengan jarak 1.5 – 6.000 meter. Pengimbas jenis ini pantas dalam melakukan kutipan data dan titik yang didapat hingga mencapai 11.000 – 122.000 titik setiap detik.

b. *Phase comparison method*

Laser yang dipancarkan dimodulasikan dengan gelombang harmonik dengan jarak yang dihitung dengan menggunakan perbedaan beda fase antara gelombang pancar dan gelombang yang diterima. Ketepatan yang dihasilkan rendah kerana merupakan jenis pengimbas jarak sederhana. Namun, pengimbas jenis ini dapat mengukur hingga 1,000,000 titik setiap detik.

Terdapat tiga jenis platform *TLS* yang perlu diketahui dan masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangannya. Pertama jenis yang seringkali dan kebiasaanya digunakan adalah *Static TLS* (lihat gambar 10), jenis ini adalah alat pengimbas didirikan di atas kaki tiga (*tripod*). Kedua *Mobile TLS* (lihat gambar 11), jenis ini adalah sangat sesuai bagi kerja-kerja di dalam terowong ataupun bagi imbasan jalan raya dan yang terakhir adalah jenis *Handheld TLS* (lihat gambar 12), jenis ini sangat mudah dikendalikan dan sangat ringan, ianya amat sesuai bagi imbasan di dalam gua ataupun di tempat-tempat yang sukar untuk dicapai.



Gambar 10: *Static TLS*

(Sumber: https://forschungsinfrastruktur.bmbwf.gv.at/en/3d-terrestrial-laser-scanner-riegl-vz-4000_3715)



Gambar 11: *Mobile TLS*

(Sumber: <https://www.tunnel-online.info/en/artikel/tunnel-Gotthard-Base-Tunnel-Surveying-the-Drive-Laser-Scanning-and-Track-2023549.html>)



Gambar 12: *Handheld TLS*

(Sumber: <https://www.geospatialworld.net/news/geoslam-introduces-time-cost-saving-3d-mobile-laser-scanners-dallas-fall-bim-forum-2017/>)

Dalam kajian ini, fokus utama penulis diberikan kepada penggunaan *Static TLS* berikutan peralatan ini terdapat di INSTUN dan satu-satunya peralatan imbasan digital yang ada di negeri Perak, oleh itu beberapa klasifikasi pengukuran jenis ini dan ianya merangkumi seperti mana yang telah di terangkan oleh Staiger (2003), menyatakan *Static TLS* dapat diklasifikasikan kepada tiga iaitu:

a. *Panaromic Scanner* (lihat gambar 13)

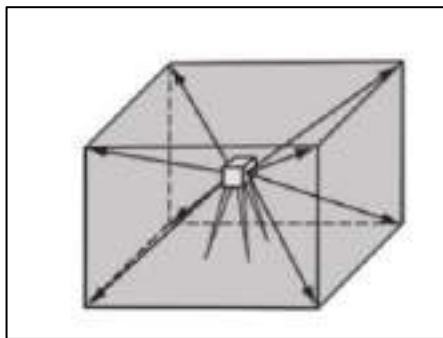
- Merangkumi 360° pada sudut horizontal dan 180° pada sudut vertikal. Hampir keseluruhan kawasan di imbas kecuali di bahagian tapak yang dipanggil *Footprint*

b. *Hybrid Scanner* (lihat gambar 14)

- Merangkumi 360° pada sudut horizontal dan untuk sudut vertikal hanya 50° sampai 60° .

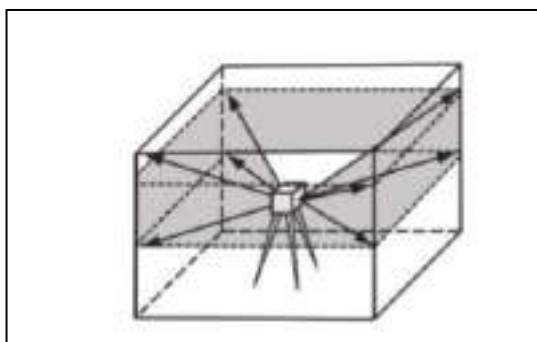
c. *Camera Scanner* (lihat gambar 15)

- jarak dan sudut meliputi horizontal dan vertikal yang terendah iaitu 40° sudut horizontal dan 40° sudut vertikal, sama seperti kamera fotografi.



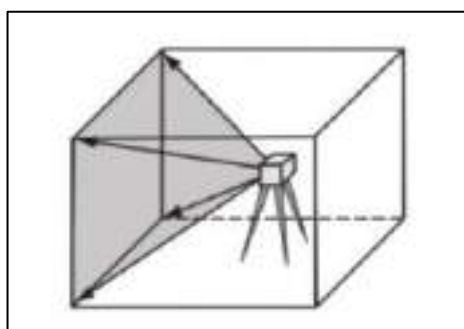
Gambar 13: *Panoramic Scanner*

(Sumber: https://www.researchgate.net/figure/Field-of-view-of-a-terrestrial-laser-scanner-a-profile-view-b-camera-view-c_fig1_268357882)



Gambar 14: *Hybrid Scanner*

(Sumber: https://www.researchgate.net/figure/Field-of-view-of-a-terrestrial-laser-scanner-a-profile-view-b-camera-view-c_fig1_268357882)



Gambar 15: *Camera Scanner*

(Sumber: https://www.researchgate.net/figure/Field-of-view-of-a-terrestrial-laser-scanner-a-profile-view-b-camera-view-c_fig1_268357882)

TLS ini mempunyai tiga jenis yang merangkumi keupayaan imbasan jarak dekat, sederhana dan jarak jauh seperti model keluaran Opech, Riegl dan I-SiTE bagi jarak jauh (lihat gambar 16 hingga 18) dengan keupayaan jarak menjangkau hingga 1000 meter.



Gambar 16: Opech

(Sumber: https://www.researchgate.net/figure/An-early-model-of-the-Optech-ILRIS-3D-laser-scanner-From-Optech_fig13_265566625)



Gambar 17: Riegl

(Sumber: <http://www.riegl.com/nc/products/terrestrial-scanning/produktdetail/product/scanner/48/>)



Gambar 18: I-Site

(Sumber: https://www.maptek.com/forge/march_2017/i-site_new_scanners.html)

Bagi alat *TLS* yang berkeupayaan jarak sederhana adalah seperti Leica Geosystems, Trimble dan Topcon (lihat gambar 19 hingga 21) dengan jangkauan sederhana 150 – 350 meter.



Gambar 19: Leica Geosystems

(Sumber: https://www.researchgate.net/figure/The-Leica-Geosystems-ScanStation-laser-scanner-with-its-scan-mirror-providing-panoramic_fig9_265566625)



Gambar 20: Trimble

(Sumber: <https://geo-matching.com/terrestrial-laser-scanners/trimble-x7>)



Gambar 21: Topcom

(Sumber: <https://spatialscanners.net/topcon-gls-2000-compact-high-speed-laser-scanner/>)

Yang terakhir, bagi alat *TLS* yang berkeupayaan pada jarak pendek pula adalah seperti Zoller + Frohlich, Faro dan Basis Software Inc (lihat gambar 22 hingga 24), jarak keupayaan adalah 50 – 100 meter.



Gambar 22: Zoller + Frohlich

(Sumber: <https://www.archiexpo.com/prod/zoller-frohlich/product-153618-1776935.html>)



Gambar 23: Faro

(Sumber: <https://www.bandwork.my/category/87/FARO.html>)



Gambar 24: Basis Software Inc

(Sumber: <https://geo-matching.com/terrestrial-laser-scanners/surphaser-100hsx>)

3.2 Kesan ombak terhadap alam

Ombak merupakan satu kejadian alam semulajadi. Melalui kesan ombak ini maka berlakulah kitaran alam yakni hakisan pantai dan sebagainya. Seperti kita sedia maklum pada tahun 2004 dan 2014 berlakunya siri tsunami yang telah memberikan impak kepada negara. Hal yang demikian telah menyebabkan berlakunya kesan perubahan pada bentuk muka bumi terutamanya kawasan persisir pantai. Seperti kejadian di Pantai Sabak dan Pantai Cahaya Bulan di

Kelantan, hampir 20% daripada pantai berkenaan menjadi sebahagian daripada laut.

Kejadian hakisan ini bertambah lagi buruk apabila berlakunya tsunami pada tahun 2004 dan 2014 yang lalu. Hakisan ini dapat dikurangkan dengan pembinaan benteng pemecah ombak atau '*breakwater*' (Gambar 25). Kekuatan *breakwater* ini pula bergantung pada jenis dan cara pembinaannya, namun demikian kerja-kerja pemantauan adalah kurang dilakukan dan ini menyebabkan banyak berlakunya kerosakkan pada *breakwater* tersebut (Gambar 26).



Gambar 25: Labuan Block, Pantai Punggor, Pontian, Johor

(Sumber: Jabatan Pengairan dan Saliran, Bahagian Pantai, P.Pinang, Kedah dan Labuan; Pemenang Anugerah Inovasi Perkhidmatan Awam)



Gambar 26: Pantai Port Dickson, N.Sembilan

(Sumber: Jabatan Pengairan dan Saliran, Bahagian Pantai, P.Pinang, Kedah dan Labuan; Pemenang Anugerah Inovasi Perkhidmatan Awam)

Tindakan ombak merupakan proses tabii. Apabila ombak bergerak ke arah pantai di sepanjang permukaan air yang semakin cetek, ia akan mengalami pertambahan ketinggian (Zaitul Zahira Ghazali, *Geological Society of Malaysia Annual Geological Conference 2000*).

4.0 Hasil Penawanan Data

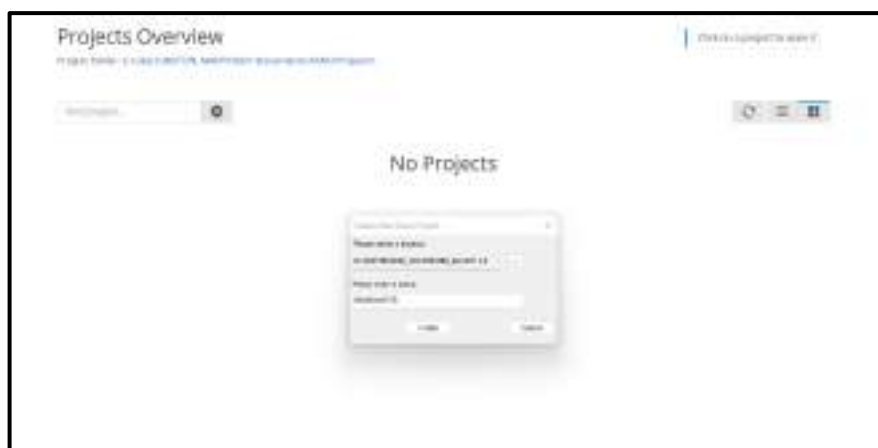
Kerja-kerja imbasan bagi benteng pemecah ombak meliputi beberapa stesen alat yang telah didirisiap. Sebanyak lima (5) stesen telah digunakan bagi tujuan imbasan dan hasil imbasan digital adalah seperti yang berikut:

4.1 Scan data Processing

4.1.1 Membuat Folder kerja bagi proses data imbasan (Gambar 27& 28)



Gambar 27: *New Job Folder*



Gambar 28: *New Job Folder*

4.1.2 Selepas *Folder* dibuat data imbasan akan di muat turun dengan cara *drag and drop* (Gambar 29).



Gambar 29: *Drag and drop scan data*

4.1.3 Processing Scan data (Gambar 30)



Gambar 30: *Processing Scan data*

4.1.4 Registration Data (Gambar 31 - 33)



Gambar 31: *Registration Data*



Gambar 32: *Registration data by automatic method*



Gambar 33: *Registration and verify*

4.1.5 Verification data (Gambar 34 & 35)



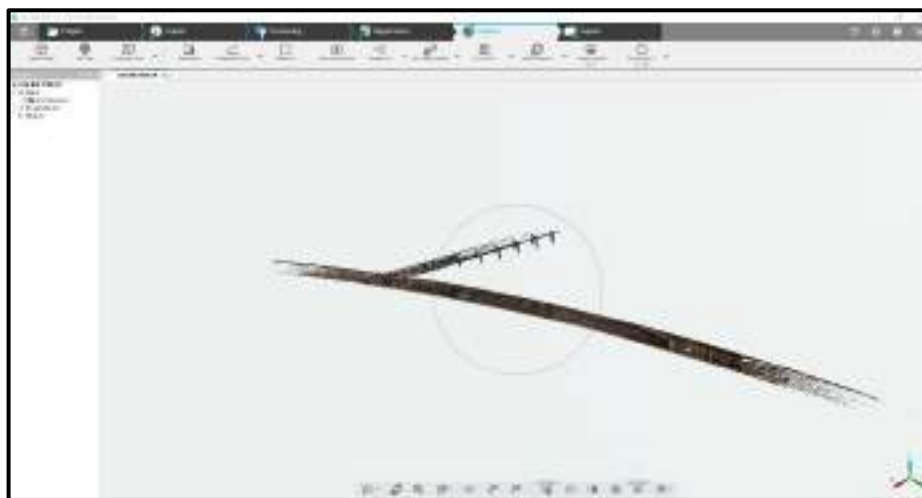
Gambar 34: *Pengesahan data yang telah di muat turun dan diproses*



Gambar 35: Data verifikasi selesai

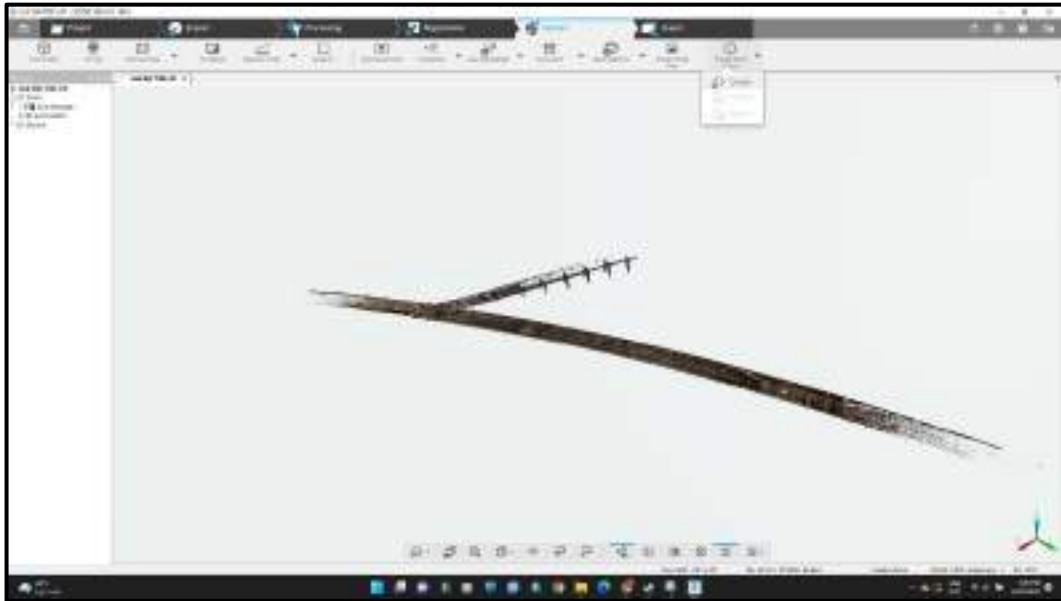
4.2 *Data Explore*

4.2.1 Data imbasan digital yang telah siap verifikasi boleh di lihat dengan menekan kekunci *explore* (Gambar 36).



Gambar 36: *Explora Scan Data*

4.2.2 Data yang telah lengkap kemudiannya akan di *export point cloud* bagi tujuan penjanaaan 3D *Point Cloud* (Gambar 37 & 38).

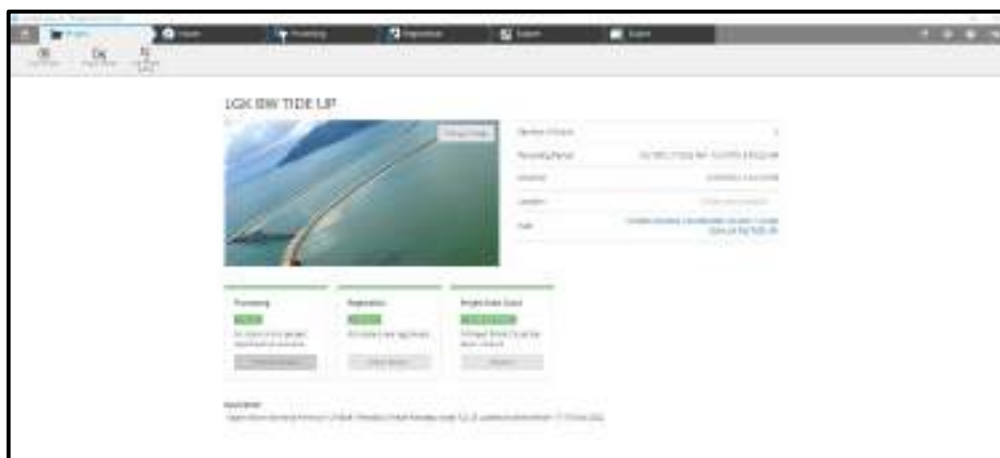


Gambar 37: *Create Point Cloud*



Gambar 38: *Create Point Cloud & export*

4.2.3 *Point Cloud data export success* jumlah *Point Cloud* adalah sebanyak 75,320,456 (Gambar 39).



Gambar 39: Jumlah *Point Cloud* yang terjana

5.0 Analisa Data Kajian

5.1 Laporan data menunjukkan nilai selisih yang dibenarkan dalam proses imbasan data, ini adalah termasuk selisih pada jarak, horizontal, vertical dan sudut secara *color coding*. Selisih ini adalah di antara *point cloud* dengan *point cloud* (Gambar 40).

Registration Report		
Project	LGK BW TIDE UP	
Cluster	Scans	
Recording Period	1/2/1970, 7:15:52 AM - 1/2/1970, 8:15:22 AM	
Location		
Report Date	4/12/2022, 7:58:33 AM	
Color Coding		
Distance Error	< 20 mm	> 40 mm
Horizontal Error	< 20 mm	> 40 mm
Vertical Error	< 20 mm	> 40 mm
Angular Error	< 0.5 deg	> 1.0 deg

Gambar 40: Nilai selisih yang dibenarkan

5.2 Nilai selisih yang dibenarkan mengikut *color coding* (Gambar 40):

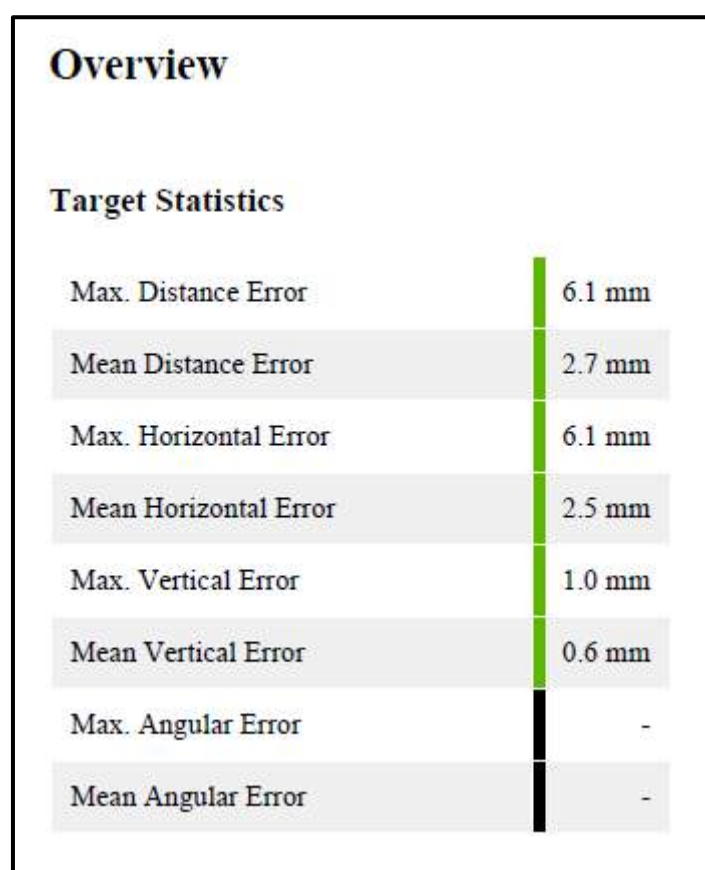
5.2.1 Distance Error = < 20mm > 40mm

5.2.2 Horizontal Error = < 20mm > 40mm

5.2.3 Vertical Error = < 20mm > 40mm

5.2.4 Angular Error = < 0.5deg > 1.0deg

5.3 Secara keluruhan imbasan data di tembok pemecah ombak, nilai selisih yang di perolehi bagi setiap imbasan adalah seperti berikut: (Gambar 41)



Gambar 41: Nilai selisih bagi imbasan digital yang diperolehi secara *maximum* dan *mean*

5.4 Imbasan pada tembok pemecah ombak juga telah berikan satu bacaan nilai bagi setiap stesen imbasan seperti mana yang ditunjukkan seperti berikut: (Gambar 42-44)

Scan Errors									
Target Statistics									
Cluster/Scan	Connections	Max. Dist. [mm]	Mean Dist. [mm]	Max. Hor. [mm]	Mean Hor. [mm]	Max. Vert. [mm]	Mean Vert. [mm]	Max. Angle [deg]	Mean Angle [deg]
Scan_005	1	1.5	1.1	1.1	0.8	1.0	0.6	-	-
Scan_007	2	3.5	2.1	3.5	1.9	1.0	0.6	-	-
Scan_008	2	3.5	2.1	3.5	1.9	0.6	0.6	-	-
Scan_009	2	6.1	3.4	6.1	3.2	0.6	0.6	-	-
Scan_010	1	6.1	6.1	6.1	6.1	0.5	0.5	-	-

Gambar 42: Nilai selisih bagi setiap stesen imbasan

Detailed Errors							
Target Statistics							
Cluster/Scan 1	Target 1	Cluster/Scan 2	Target 2	Dist. [mm]	Hor. [mm]	Ver. [mm]	Angle [deg]
Scan_005	Sphere9	Scan_007	Sphere9	1.0	0.3	0.9	-
Scan_005	Sphere1	Scan_007	Sphere1	1.5	1.1	1.0	-
Scan_005	Sphere4	Scan_007	Sphere4	0.9	0.9	0.0	-
Scan_007	Sphere10	Scan_008	Sphere10	3.5	3.5	0.5	-
Scan_007	Sphere11	Scan_008	Sphere11	3.5	3.5	0.5	-
Scan_009	Sphere3	Scan_008	Sphere3	0.7	0.4	0.6	-
Scan_009	Sphere12	Scan_008	Sphere12	0.7	0.4	0.6	-
Scan_009	Sphere15	Scan_010	Sphere15	6.1	6.1	0.5	-
Scan_009	Sphere14	Scan_010	Sphere14	6.1	6.1	0.5	-

Gambar 43: Nilai selisih bagi setiap stesen imbasan

Inclinometer Mismatches

Cluster/Scan	Scan	Mismatch [deg]
Scan_009	Scan_009	0
Scan_010	Scan_010	0
Scan_007	Scan_007	0
Scan_008	Scan_008	0
Scan_005	Scan_005	0

Gambar 44: Nilai selisih bagi setiap stesen imbasan

- 5.5 Berdasarkan pada gambar 42 hingga 44, dapat dibuat analisa bagi kerja imbasan digital yang dilakukan menunjukkan *point cloud* bagi imbasan di tembok pemecah ombak adalah sangat sempurna. Ini dapat dibuktikan dengan setiap data yang diimbas adalah di dalam selisih yang dibenarkan.

6.0 Kesimpulan

Hasil data imbasan yang diperolehi dan telah diproses telah menunjukkan satu bacaan yang mempunyai nilai selisih yang sangat minima.

- 6.1 Imbasan digital pada tembok pemecah ombak pada waktu air pasang menunjukkan selisih yang kecil.
- 6.2 Ini membuktikan kekuatan tembok pemecah ombak adalah dalam keadaan yang baik.
- 6.3 Walaubagaimanapun kajian ini boleh diteruskan dengan membuat data imbasan yang banyak, ini termasuklah pada perbezaan waktu cerapan iaitu pada waktu air pasang dan surut, serta fenomena air pasang/ surut besar yang kerap berlaku.
- 6.4 Permasalahan bagi kajian ini adalah:
 - 6.4.1 Jumlah hari cerapan yang terhad.
 - 6.4.2 Tempoh cerapan (Air pasang/surut) yang terhad.
 - 6.4.3 Akses yang agak jauh.

7.0 Cadangan

- 7.1 Dijadikan satu kajian secara mendalam bagi mendapatkan perbezaan bagi data imbasan digital.
- 7.2 Kertas kerja penulisan teknikal.
- 7.3 Kerjasama di antara Institut Pengajian Tinggi Awam/Swasta.

8.0 Rujukan

Zaitul Zahira Ghazali, Joy J. Pereira & Juhari Mat Akhir, “Perubahan Garis Pantai dan Susutan Darat: Cadangan Geoindikator Yang Berpotensi,” Geological Society of Malaysia Annual Geological Conference 2000 September 8-9 2000, Pulau Pinang, Malaysia.

N. M. Noor, Z. Kamaruddin, A. Abdullah, M. A. Abdullah, S. S. Eusoff, and M. H. Mustafa, “Using terrestrial laser scanner for malay heritage documentation: preliminary approach to Istana Balai Besar, Kelantan,” *International Journal of Development and Sustainability*, vol. 6, no. 6, pp. 1886–1897, 2018.

A. Costa-Jover, J. Lluís i Ginovart, S. Coll-Pla, and M. López Piquer, “Using the terrestrial laser scanner and simple methodologies for geometrically assessing complex masonry vaults,” *Journal of Cultural Heritage*, vol. 36, pp. 247–254, 2019.

Nur Suzana Yusof, “Faktor dan Mitigasi Hakisan Pantai Di Terengganu”, *Kluster Sumber Asli & Asas Tani* bil 4/2020.

T W L Putra^{1,*}, D N Sugianto^{1,2}, H Siagian¹ “Submerged breakwater effectiveness based on wave spectrum changes in Panjang Island, Jepara” ¹Faculty of Fisheries and Marine Science, Universitas Diponegoro ²Center for Coastal Rehabilitation and Disaster Mitigation Studies (CoREM), Universitas Diponegoro, Center of Excellence Science and Technology (PUI), Indonesia, 2020.

https://knowledge.faro.com/Software/FARO_SCENE/SCENE/Training_Manual_for_SCENE

https://sites.saic.edu/aoc/wp-content/uploads/sites/68/2019/10/faro_scene_finished.pdf

9.0 Lampiran

Registration Report

Project	LGK BW TIDE UP
Cluster	Scans
Recording Period	1/2/1970, 7:15:52 AM - 1/2/1970, 8:15:22 AM
Location	
Report Date	4/12/2022, 7:58:33 AM

Color Coding

Distance Error	< 20 mm	> 40 mm
Horizontal Error	< 20 mm	> 40 mm
Vertical Error	< 20 mm	> 40 mm
Angular Error	< 0.5 deg	> 1.0 deg

Overview

Target Statistics

Max. Distance Error	6.1 mm
Mean Distance Error	2.7 mm
Max. Horizontal Error	6.1 mm
Mean Horizontal Error	2.5 mm
Max. Vertical Error	1.0 mm
Mean Vertical Error	0.6 mm
Max. Angular Error	-
Mean Angular Error	-

Scan Errors

Target Statistics

Cluster/Scan	Connections	Max. Dist. [mm]	Mean Dist. [mm]	Max. Hor. [mm]	Mean Hor. [mm]	Max. Vert. [mm]	Mean Vert. [mm]	Max. Angle [deg]	Mean Angle [deg]
Scan_005	1	1.5	1.1	1.1	0.8	1.0	0.6	-	-
Scan_007	2	3.5	2.1	3.5	1.9	1.0	0.6	-	-
Scan_008	2	3.5	2.1	3.5	1.9	0.6	0.6	-	-
Scan_009	2	6.1	3.4	6.1	3.2	0.6	0.6	-	-
Scan_010	1	6.1	6.1	6.1	6.1	0.5	0.5	-	-

Detailed Errors

Target Statistics

Cluster/Scan 1	Target 1	Cluster/Scan 2	Target 2	Dist. [mm]	Hor. [mm]	Ver. [mm]	Angle [deg]
Scan_005	Sphere9	Scan_007	Sphere9	1.0	0.3	0.9	-
Scan_005	Sphere1	Scan_007	Sphere1	1.5	1.1	1.0	-
Scan_005	Sphere4	Scan_007	Sphere4	0.9	0.9	0.0	-
Scan_007	Sphere10	Scan_008	Sphere10	3.5	3.5	0.5	-
Scan_007	Sphere11	Scan_008	Sphere11	3.5	3.5	0.5	-
Scan_009	Sphere3	Scan_008	Sphere3	0.7	0.4	0.6	-
Scan_009	Sphere12	Scan_008	Sphere12	0.7	0.4	0.6	-
Scan_009	Sphere15	Scan_010	Sphere15	6.1	6.1	0.5	-
Scan_009	Sphere14	Scan_010	Sphere14	6.1	6.1	0.5	-

Inclinometer Mismatches

Cluster/Scan	Scan	Mismatch [deg]
Scan_009	Scan_009	0
Scan_010	Scan_010	0
Scan_007	Scan_007	0
Scan_008	Scan_008	0
Scan_005	Scan_005	0