

Penggunaan Teknologi *Intelligent Compaction* pada Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1.B dan 1.C

Edwardo Pradana Anugerah Nurtjahja (23-835)

Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1.B dan 1.C, Divisi Operasi 3,
PT. Brantas Abipraya (Persero)

E-mail : edwardprdn@gmail.com

Abstrak

Sering terjadinya cacat konstruksi pada pembangunan jalan diakibatkan oleh adanya penurunan tanah, salah satu cara untuk mereduksi risiko penurunan tanah yaitu dengan melakukan pemadatan tanah yang Optimal. Intelligent Compaction merupakan suatu pendekatan inovatif dalam industri konstruksi yang memanfaatkan teknologi sensor dan sistem kontrol otomatis untuk meningkatkan efisiensi pekerjaan serta meningkatkan kualitas pekerjaan pemadatan. Melalui penerapan Intelligent Compaction, diharapkan dapat diperoleh manfaat signifikan seperti kepadatan lebih meningkat, meningkatkan produktivitas alat, pengelolaan risiko yang lebih baik, data dan pelaporan yang real-time dan meningkatkan keselamatan kerja. Tahapan pekerjaan pada implementasi intelligent compaction terbagi menjadi tiga, yaitu: persiapan, pelaksanaan dan pengolahan data. Diharapkan dengan adanya artikel ini, pembaca dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam mengenai potensi dan tantangan dalam menerapkan Intelligent Compaction pada lingkup proyek pembangunan jalan.

Kata Kunci: *Intelligent Compaction, Pass Count, Timbunan dan Pemadatan.*

Abstract

Construction defects often occur in road construction due to land subsidence. One way to reduce the risk of land subsidence is by carrying out optimal soil compaction. Intelligent Compaction is an innovative approach in the construction industry that utilizes sensor technology and automatic control systems to increase work efficiency and improve the quality of compaction work. Through the application of Intelligent Compaction, it is hoped that significant benefits can be obtained such as increased density, increased tool productivity, better risk management, real-time data and reporting and increased work safety. The work stages in implementing intelligent compaction are divided into three stages, namely: preparation, implementation and data processing. It is hoped that with this article, readers can gain deeper insight into the potential and challenges in implementing Intelligent Compaction in the scope of road construction projects.

Keywords: *Intelligent Compaction, Pass Count, Earth Fill, Compaction*

PENDAHULUAN

Sering terjadinya cacat konstruksi pada pembangunan jalan diakibatkan oleh adanya penurunan tanah, salah satu cara untuk mereduksi risiko penurunan tanah yaitu dengan melakukan pemadatan tanah yang optimal. Menurut Dianita dan Wulandari, 2023, pemadatan adalah penerapan energi mekanis terhadap tanah, sehingga dapat memperbaiki susunan partikel dari tanah tersebut, serta mengurangi angka porinya.

Pemadatan tanah memiliki tujuan yaitu untuk mengurangi penurunan akibat beban dari kendaraan, mengurangi permeabilitas tanah sehingga dapat mengurangi pengembangan atau penyusutan akibat resapan air, mengurangi deformasi plastis dan mengurangi terjadinya *crack* ataupun longsor.

Pengendalian mutu terhadap pekerjaan pemadatan tanah wajib dilakukan melalui pengujian kepadatan tanah tersebut. Terdapat dua macam pengujian kepadatan tanah, yaitu laboratorium dan lapangan. Pengujian kepadatan yang dilakukan di laboratorium (uji *proctor*) yaitu pengujian yang dilakukan terhadap *sample* tanah *existing* yang dilakukan di Laboratorium dengan tujuan untuk menentukan jumlah kadar air yg digunakan dalam pemadatan lapangan untuk menghasilkan tingkat kepadatan tertentu. Uji kepadatan laboratorium atau Uji *Proctor* dibagi menjadi 2 metode yaitu : Uji *Proctor* Standart dan Uji *Proctor* Modifikasi.

Sedangkan uji kepadatan tanah yang dilakukan di lapangan (*site*) memiliki dua metode yaitu : Metode Destruktif (*Sand Cone test, CBR test, DCP test*) dan metode Non Destruktif dengan menggunakan *LWD, Proof Rolling*.

Pembangunan infrastruktur jalan merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan suatu wilayah. Dalam konteks ini, proyek pembangunan jalan kerja Kawasan Sub BWP 1.B dan 1.C memiliki peran strategis dalam meningkatkan konektivitas dan mobilitas di dalam Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP) Ibu Kota Nusantara.

Kawasan Sub BWP 1.B dan 1.C merupakan area yang strategis dan memerlukan perhatian khusus dalam pembangunannya. Melalui penerapan *Intelligent Compaction*, diharapkan dapat diperoleh manfaat signifikan seperti pemantauan secara *real-time* terhadap lokasi pemadatan, tingkat pemadatan tanah dan aspal, identifikasi potensi kegagalan konstruksi, dan peningkatan akurasi dalam mencapai target desain. Selain itu, penggunaan *Intelligent Compaction* juga dapat mengurangi dampak lingkungan dan mengoptimalkan penggunaan bahan konstruksi.

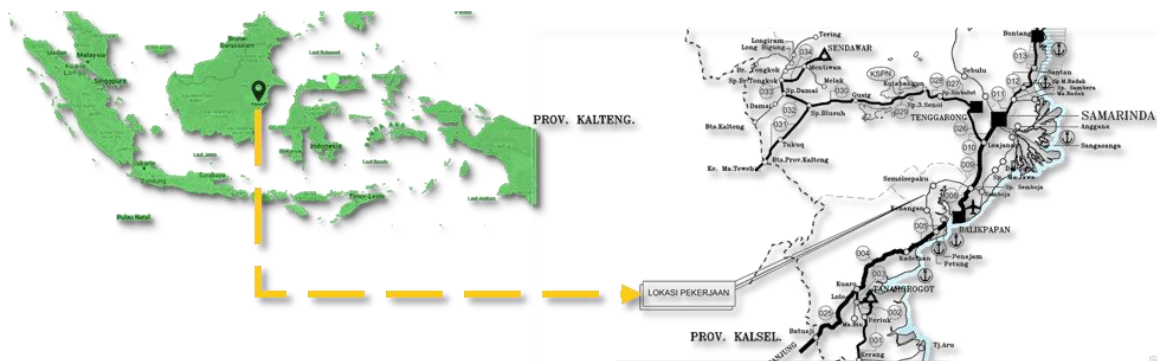
Sedangkan *Intelligent Compaction* adalah suatu metode yang mengintegrasikan teknologi sensor dan sistem kendali otomatis pada peralatan pemadatan tanah. Tujuan utamanya adalah meningkatkan efisiensi dan kualitas konstruksi, sekaligus mengoptimalkan pengelolaan sumber daya. Dengan menggunakan teknologi ini, proyek pembangunan jalan dapat mencapai tingkat padat dan ketebalan yang sesuai dengan standar desain, menjadikan jalan lebih tahan lama dan efisien secara biaya.

Melalui artikel ini, diharapkan kita dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam mengenai potensi dan tantangan dalam menerapkan *Intelligent*

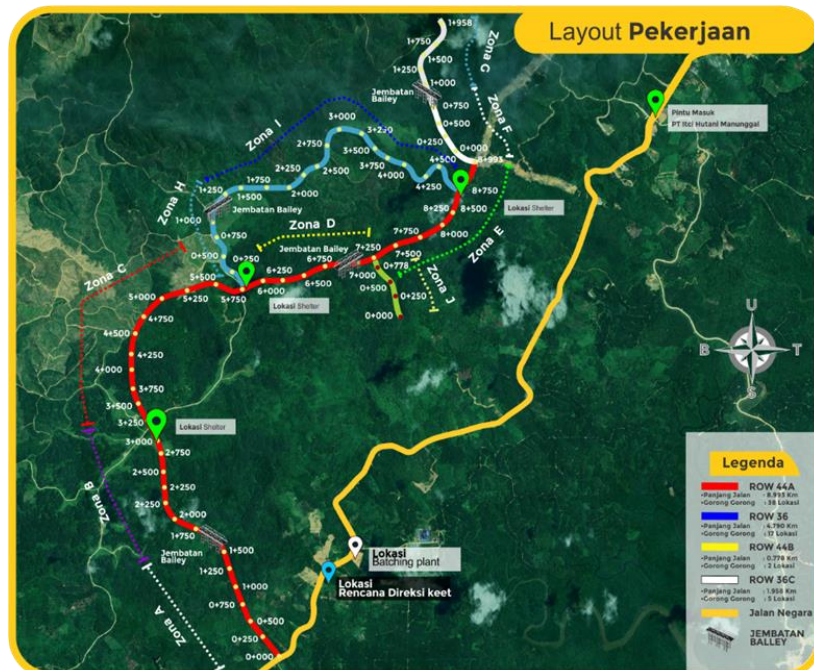
Compaction pada lingkup proyek pembangunan jalan. Dengan demikian, pembaca akan diarahkan untuk memahami pentingnya teknologi ini dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan proyek pembangunan jalan ataupun proyek dengan pekerjaan timbunan dan pemadatan.

METODE

Artikel ini dilakukan di Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub-BWP 1.B dan 1.C, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. Proyek ini dikerjakan oleh kontraktor pelaksana yaitu Abipraya – APTA – PDK, KSO. Sedangkan untuk Konsultan Supervisi yaitu PT. Sarana Multi Daya. Peta lokasi pekerjaan dan layout Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub-BWP 1.B dan 1.C dapat di lihat pada Gambar 1 dan Gambar 2, sebagai berikut:



Gambar 1. Peta Lokasi Pekerjaan Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub-BWP 1.B dan 1.C.



Gambar 2. Layout Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub-BWP 1.B dan 1.C.

Adapun tahapan dalam pembuatan artikel ini yaitu: pertama, tahapan persiapan, dimulai dari menyiapkan materi, literatur atau studi yang berkaitan dengan artikel ini. Kedua, mengumpulkan data *intelligent compaction* serta data lapangan yang berkaitan dengan artikel ini.

Diagram alir metode pembuatan artikel dapat dilihat pada Diagram 1, sebagai berikut:

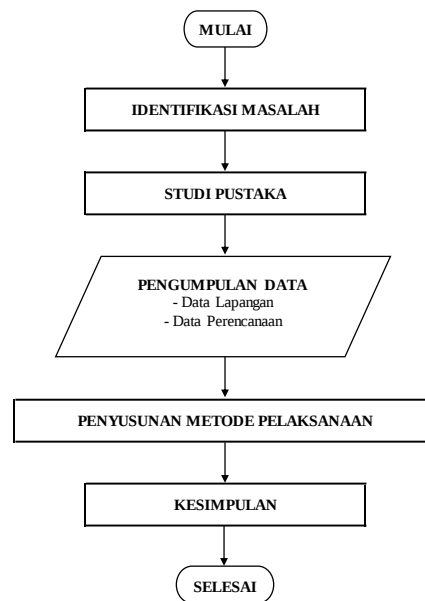


Diagram 1. Diagram Alir Metode Pembuatan Artikel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intelligent Compaction adalah suatu metode yang mengintegrasikan teknologi sensor dan sistem kendali otomatis pada peralatan pemadatan tanah. Tujuan utamanya adalah meningkatkan efisiensi dan kualitas konstruksi, sekaligus mengoptimalkan pengelolaan sumber daya. Dengan menggunakan teknologi ini, proyek pembangunan jalan dapat mencapai tingkat padat dan ketebalan yang sesuai dengan standar desain, menjadikan jalan lebih tahan lama dan efisien secara biaya.

Menurut Chris Mata, Tom King dan Al Hodson, terdapat beberapa persyaratan dalam pelaksanaan *intelligent compaction*, antara lain:

1. Pemetaan yang Presisi

Untuk mendapatkan pemetaan yang presisi, membutuhkan data dari satelit, posisi dari *Vibrator Roller* dapat ditentukan dari *Global Positioning Satellites* (GPS). Umumnya GPS dipasang di atap dari *vibrator roller* dan GPS tersebut yang dibutuhkan untuk pemetaan yang presisi, dimana dapat meningkatkan produktivitas operator *Vibrator Roller* dengan menggunakan pola *rollingan* paling efisien. Pola *rolling* dari *vibrator roller* dapat dilihat pada alat kontrol dalam tampilan 2D ataupun 3D. dengan adanya GPS pekerjaan dapat berjalan lebih efisien, lebih cepat dan mengurangi *human error*.

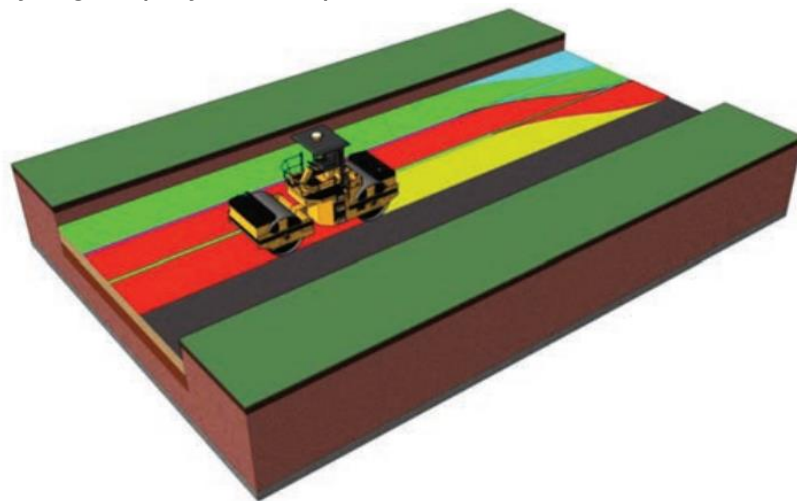
2. Pemetaan *Pass Count*

Intelligent compaction membutuhkan *pass count mapping* untuk mencapai tingkat pemadatan yang diinginkan, operator *vibrator roller* perlu mencapai jumlah lintasan tertentu sesuai dengan *trial* pekerjaan pemadatan. Dalam proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B dan 1C membutuhkan hingga delapan kali lintasan, sesuai dengan *trial* pemadatan yang sudah dilakukan dalam proyek.

Permasalahan umum yang sering terjadi pada pekerjaan pemadatan dengan metode tradisional, yaitu:

- Operator kehilangan jejak lintasan atau lupa jumlah lintasan yang telah dikerjakan;
- Kontraktor, konsultan dan *owner* tidak dapat memonitor jumlah lintasan di suatu area kerja;
- Kepadatan di suatu area kerja tidak konsisten;
- Jumlah lintasan kurang ataupun berlebih.

Dengan adanya *pass count mapping* ini, jumlah lintasan di suatu area kerja dapat terlihat jelas sehingga operator dapat menyesuaikan jumlah *passing* dari *vibrator roller*, yang terpenting adalah kontraktor dapat memonitor dan menjamin kepadatan tanah di area tersebut. Jumlah *passing* dapat terlihat dari warna yang ter proyeksikan pada alat kontrol.



Gambar 3. Ilustrasi 3D *pass count mapping*.

Pass count membutuhkan GPS yang dipasang di atas *vibrator roller*, *control box*, dan *site link* yang sudah terkoneksi. Sistem akan menghitung posisi yang tepat dari alat dan menampilkan dengan peta warna serta skala yang menunjukkan jumlah lintasan dari *vibrator roller*.

Untuk pelaporan, data dapat di catat secara manual ataupun secara otomatis masuk ke *cloud* yang tersedia. Dalam *cloud* tersebut memungkinkan manajemen proyek melihat data *pass count* secara *real-time*.

3. Kontrol Pemadatan

Kontrol pemadatan dapat mengidentifikasi permasalahan yang terjadi saat pekerjaan pemadatan secara langsung, hal ini memungkinkan kontraktor untuk langsung memperbaikinya dalam proses pekerjaan pemadatan. Hal ini secara signifikan dapat mengurangi potensi *re-work*.

sistem kontrol pemadatan menampilkan dan mencatat beberapa hal berikut:

- Posisi alat
- Jumlah lintasan alat dan area kerja alat
- Lebar pemadatan
- Pengukuran pemadatan tanah
- Status *vibratory* (hidup/mati)
- Frekuensi getaran
- Kecepatan alat
- Arah perjalanan alat

Kontrol pemadatan juga memiliki kemampuan untuk menyimpan data dalam *cloud* secara otomatis.

Namun dalam pelaksanaan *intelligent compaction* pada Proyek Pembangunan Jalan Akses Kawasan Sub BWP 1.B dan 1.C, nilai kepadatan tanah tidak bisa di keluarkan oleh alat karena hanya mampu sampai *pass count*, sehingga nilai kepadatan tanah harus di tes manual dengan metode kepadatan lapangan seperti Sand Cone test, CBR dan DCP ataupun dengan melakukan tes laboratorium.

Adapun beberapa manfaat utama dari penggunaan *intelligent compaction* pada pekerjaan pemadatan, antara lain:

1. Kepadatan lebih meningkat

Teknologi *Intelligent Compaction* dapat secara signifikan mengurangi variabilitas kerapatan tanah/agregat sehingga kepadatan setempat yang kurang padat sebagai faktor utama kerusakan dini dapat langsung diidentifikasi pada waktu proses pemadatan, serta dapat segera diperbaiki, dengan teknologi *intelligent compaction* juga dapat melihat *pass-count mapping*, sehingga baik operator maupun staf yang memonitor dapat langsung melihat lokasi mana saja yang sudah di lintasi sebanyak 16 kali atau 8 kali *passing*, sehingga kualitas pemadatan juga semakin meningkat.

2. Meningkatkan produktivitas

Sistem kontrol otomatis pada *Intelligent Compaction* mampu merespons secara cepat terhadap data sensor *real-time*. Ini memungkinkan pengoptimalan proses pemadatan secara dinamis, mengurangi potensi kesalahan manusia, dan memastikan pencapaian target kepadatan yang diinginkan Pengurangan

3. Pengelolaan Risiko yang Lebih Baik

Kemampuan untuk memantau dan mengontrol pemadatan secara *real-time* memungkinkan identifikasi dini terhadap potensi masalah atau ketidaksesuaian selama proses konstruksi. Ini memungkinkan pengelolaan risiko yang lebih efektif dan tindakan korektif yang cepat.

4. Data Real-Time dan Pelaporan
Sensor dalam Intelligent Compaction menghasilkan data real-time yang dapat digunakan untuk pelaporan progres proyek. Ini memberikan visibilitas yang lebih baik kepada manajemen proyek dan pemangku kepentingan untuk membuat keputusan yang lebih tepat waktu.
5. Peningkatan Keselamatan
Dengan mengurangi kebutuhan untuk intervensi manusia selama proses pemadatan, Intelligent Compaction dapat membantu meningkatkan keselamatan kerja. Ini mengurangi risiko kecelakaan atau cedera yang mungkin terjadi selama operasi konstruksi.
6. Pengalaman pengguna yang lebih baik
Operator yang menggunakan Intelligent Compaction menghasilkan pengalaman kerja yang lebih baik dan lebih efisien, karena operator tersebut dapat dikelola secara langsung dan dengan lebih akurat dengan menggunakan sistem pengukuran dan laporan yang terintegrasi

Namun dibalik kelebihan tersebut, *intelligent compaction* juga merupakan teknologi yang belum sempurna dan masih tergolong baru bagi proyek pembangunan khususnya di Indonesia, *intelligent compaction* memiliki beberapa kekurangan, antara lain:

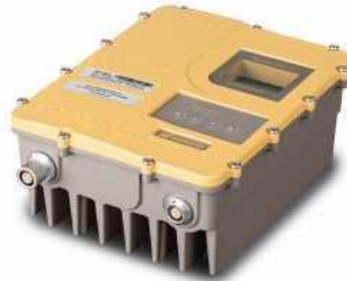
1. Alat dari intelligent compaction harus selalu tersambung dengan internet, apabila tidak ada internet maka GPS dan pelaporan secara real-time akan terhenti, dan dapat di jalankan kembali disaat sudah tersambung dengan internet.
2. Jangkauan sinyal dari *base station* beradius sekitar enam kilometer, namun kontur dari lapangan juga dapat mempengaruhi sinyal. Untuk proyek yang memiliki area kerja melebihi radius tersebut dapat menggunakan *router* sinyal *base station*. Dalam hal ini proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B dan 1C memiliki area kerja yang cukup luas sehingga *intelligent compaction* tidak bisa di lakukan di beberapa zona.
3. *Intelligent compaction* memerlukan operator yang terlatih dan berpengalaman dalam penggunaan teknologi *intelligent compaction* ini, jika operator tidak terlatih atau kurang berpengalaman, hasil pemadatan menjadi kurang bagus.
4. Biaya awal yang tinggi, *intelligent compaction* memerlukan peralatan yang canggih dan mahal seperti GPS. Hal ini dapat meningkatkan biaya pada pekerjaan tersebut.
5. *Intelligent compaction* memerlukan teknologi canggih dan dapat mengalami masalah teknis seperti kegagalan dalam sistem pengukuran atau masalah GPS. Hal ini dapat menghambat pekerjaan pemadatan dan memerlukan teknisi khusus untuk memperbaiki masalah tersebut.

Meskipun memiliki beberapa kekurangan, *intelligent compaction* tetap dianggap sebagai teknologi yang dapat membantu meningkatkan kualitas dan efisiensi pada pekerjaan pemadatan serta mengurangi biaya yang berkaitan dengan pemeliharaan jalan tersebut.

Adapun beberapa alat yang digunakan dalam melakukan *intelligent compaction* pada Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B dan 1C, antara lain:

1. Topcon SRL-35

Topcon SRL-35 berfungsi untuk memancarkan sinyal radio yang nantinya akan di salurkan melalui antena *base station* dan akan di tangkap oleh HiPer VR saat pekerjaan berjalan.



Gambar 4. Topcon SRL-35.

2. Topcon MR-2 *Modular Receiver*

Topcon MR-2 berfungsi untuk menangkap sinyal atau data dari HiPer VR di saat pekerjaan sedang berjalan, dan mentransfer data tersebut ke *cloud* yang tersedia. Baik SRL-35 dan MR-2 dipasang di *base station* dan di sarankan menggunakan *power supply* agar listrik yang masuk ke dua alat tersebut stabil sehingga mengurangi risiko alat rusak.



Gambar 5. Topcon MR-2 *Modular Receiver*.

3. HiPer VR

Alat ini berfungsi sebagai GPS dari *vibrator roller*, alat ini akan menangkap sinyal radio dari SRL-35 serta mentransfer data ke MR-2. Alat ini dipasang di bagian atas atau di atap *vibrator roller*. Alat ini memiliki akurasi 5 hingga 10 mili meter.



Gambar 6. HiPer VR.

4. FC-6000

FC-6000 berbentuk seperti tablet, berfungsi untuk mengatur dan memonitoring pekerjaan pemadatan. Dari alat ini kita dapat melihat *pass count mapping* secara *real-time*, kecepatan gerak *vibrator roller*, lokasi *vibrator roller* dan *layout* dari area pekerjaan.



Gambar 7. FC-6000.

Langkah-langkah dalam pelaksanaan *intelligent compaction* pada Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B dan 1C terbagi menjadi 3 yaitu Persiapan, Pelaksanaan dan pengolahan data. Langkah pelaksanaan yang dilakukan pada tahap persiapan yakni:

1. Melakukan pengadaan alat-alat *intelligent compaction* maupun *vibrator roller* yang akan digunakan dalam pemadatan tanah.
2. Memasang *base station*, usahakan *base station* di pasang di tengah area kerja, memiliki listrik atau tersedia genset, pastikan area tertutup. Pada proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B dan 1C, *base station* di pasang di area *shelter* karena, berada di tengah area kerja, terdapat genset dan memiliki ruang yang tertutup.
3. Memasang tiang untuk pemancar sinyal dengan ketinggian 4 meter atau sesuai kebutuhan dan dipasang antena pada atas tiang tersebut.
4. Menyambungkan antena ke SRL-35 dan MR-2 *modular receiver*. Pastikan SRL-35 dan MR-2 tidak terkena panas matahari dan hujan agar alat tersebut lebih awet dan disarankan untuk menggunakan *power supply* agar listrik yang masuk ke alat tersebut stabil.



Gambar 8. Base Station, SRL-35 dan MR-2 pada Proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B dan 1C

5. Selanjutnya memasang *bracket* HiPer-VR dan *bracket* FC-6000 pada alat *vibrator roller*, untuk *bracket* HiPer-VR dipasang di atap dari *vibrator roller*, sedangkan untuk *bracket* FC-6000 dipasang di dekat setir dari *vibrator roller* agar operator dapat melihat dan mengatur FC-6000 tersebut.



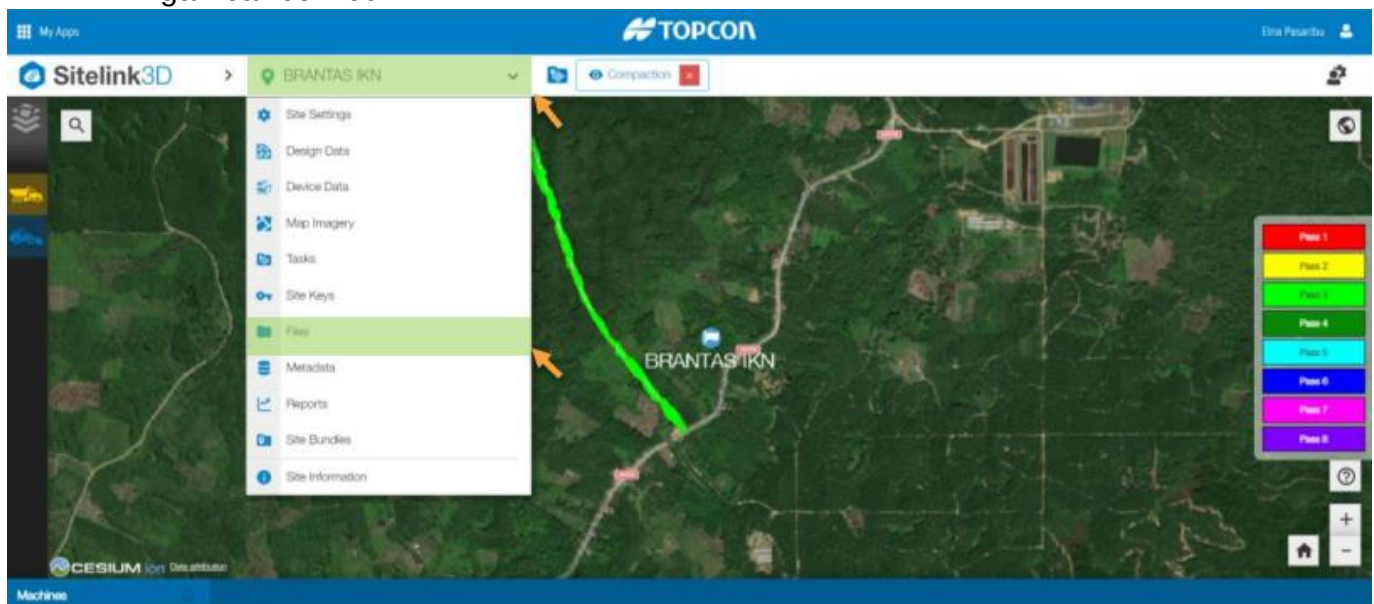
(a)



(b)

Gambar 9. (a). Pemasangan *Bracket* HiPer-VR. (b). *Bracket* FC-6000.

6. Langkah selanjutnya memasukan data-data proyek seperti layout, surface, alignment dan control point. Data-data tersebut dapat di upload melalui sitelink.topcon.com, untuk mengunggah data-data tersebut dapat menklik menu BRANTAS IKN dan pilih files, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 10. Tampilan *sitelink* menu *Site*.

7. Selanjutnya adalah mengatur *machine setup*. Pada *machine setup* kita dapat memasukkan nama dari *vibrator roller*, tipe mesin *vibrator roller*, tipe sensor dan *mounting location*. Pada *machine setup* juga dilakukan pengukuran terhadap *vibrator roller* seperti tinggi, lebar dan panjang dari vibrator roller

tersebut. Pengaturan lain seperti jenis konektivitas GPS, ketelitian GPS dan konfigurasi GPS juga dapat di atur pada langkah ini. Apabila sudah selesai pilih finish untuk menyimpan konfigurasi tersebut.

8. Langkah terakhir pada tahapan persiapan yaitu melakukan *site localization*, kalibrasi GPS dan melakukan *trial* pekerjaan pemadatan dengan *intelligent compaction*.

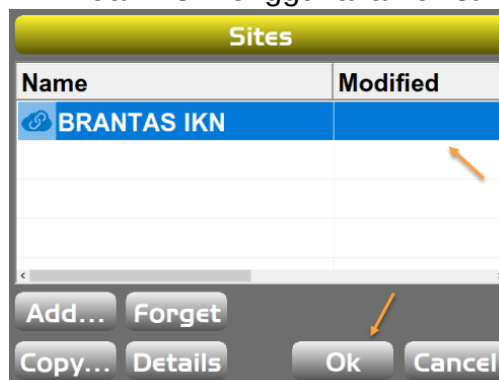


Gambar 11. *Site localization* dan *trial* pemadatan dengan *intelligent compaction*.

Tahapan persiapan ini cukup dilakukan satu kali dalam satu proyek, namun dapat berubah di saat pindah ke vibrator lain atau apabila ada perubahan desain yang mengharuskan untuk mengubah data *surface* dan *alignment* proyek.

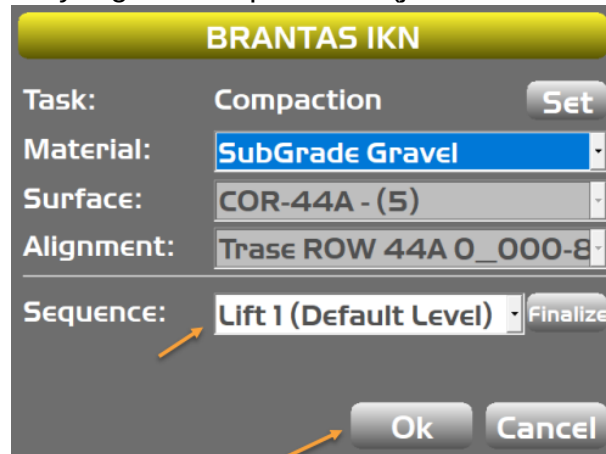
Sedangkan pada tahap kedua yaitu tahap pelaksanaan, memiliki langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pastikan *power supply* pada *base station* beroperasi dengan baik, agar base station menerima aliran listrik sesuai dengan kapasitasnya dan selalu stabil sehingga HiPer-VR dapat menerima sinyal dari *base station* dengan baik.
2. Persiapkan HiPer-VR beserta rubber duck (antena HiPer-VR), pastikan baterai terisi penuh sebelum pekerjaan dimulai. Nyalakan HiPer-VR dengan menekan *power button*. Indikasi HiPer-VR sudah menyala adalah ada lampu LED yang menyala.
3. Nyalakan FC-6000 dan buka *software 3D machine Control* (3DMC) lalu sambungkan HiPer-VR dengan menggunakan *Bluetooth*.
4. Memilih *site* dalam *software 3DMC*, pada proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B dan 1C menggunakan *existing site* BRANTAS IKN.



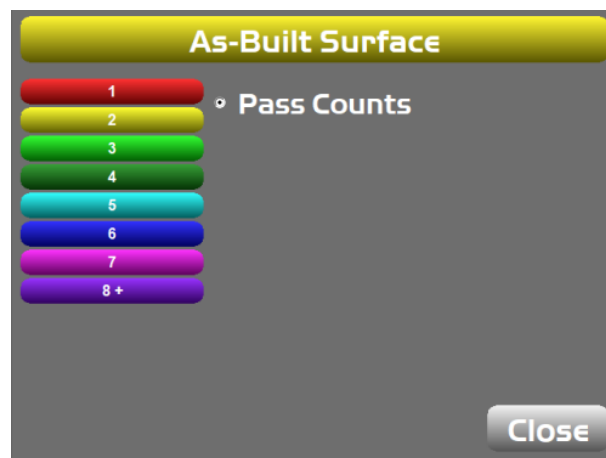
Gambar 12. Tampilan *Sites Project* 3DMC pada FC-6000.

5. Tahapan selanjutnya adalah mengatur *task* pada *software* 3DMC, pada *task* dapat ditentukan material yang akan di padatkan, *surface* dan *alignment* area kerja dan lapisan yang akan di padatkan (jika memiliki lebih dari 1 lapisan).



Gambar 13. Tampilan *Task* pada 3DMC.

6. Mengaktifkan *as built layer* pada 3DMC pada saat mulai melakukan pekerjaan dan memulai perhitungan *passing*. Apabila sedang *moving* (tidak memadatkan) pastikan menu *as built layer* dalam kondisi *off*. warna dari *pass count* dapat diatur sesuai dengan selera untuk memudahkan dalam melihat jumlah *passing*.



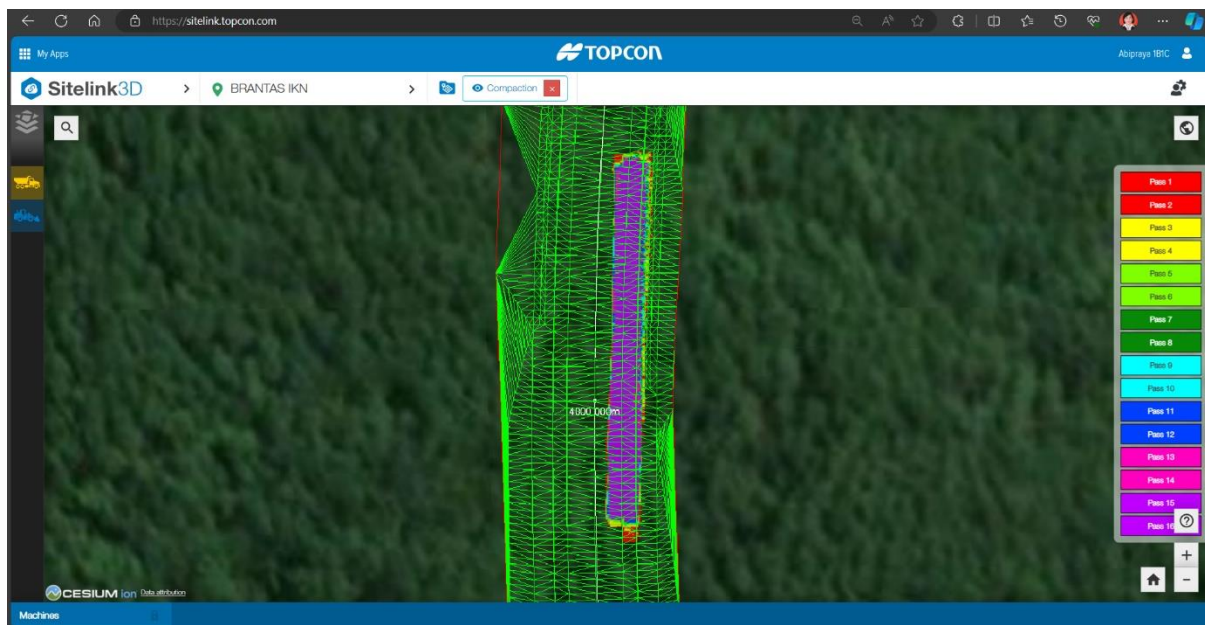
Gambar 14. Tampilan *setting* warna *as built surface* 3DMC pada FC-6000.

Dapat terlihat pada gambar di atas, *pass count mapping* terlihat secara *real-time* serta dapat melihat posisi aktual dari *vibrator roller*, untuk jumlah *pass count* dapat terlihat melalui warna yang di dihasilkan. Apabila jumlah *passing* sudah mencapai 8 kali *passing* atau lebih, maka warna yang dihasilkan adalah warna ungu tua. *Passing* pemadatan terus dilakukan hingga semua area kerja terpadatkan.



Gambar 15. Dokumentasi saat pekerjaan pemadatan dilakukan.

Untuk staf di kantor dapat memonitoring pekerjaan secara *real-time* juga tanpa harus melihat FC-6000. Monitoring secara *real-time* dapat dilakukan melalui *website* sitelink.topcon.com. untuk monitoring melalui *website* sitelink.topcon.com membutuhkan akun dan *service point*. *Service point* sendiri adalah *point* yang digunakan dalam pengoperasian *intelligent compaction* ini, *service point* akan terpotong sendirinya dan apabila sudah habis, harus mengisinya kembali.



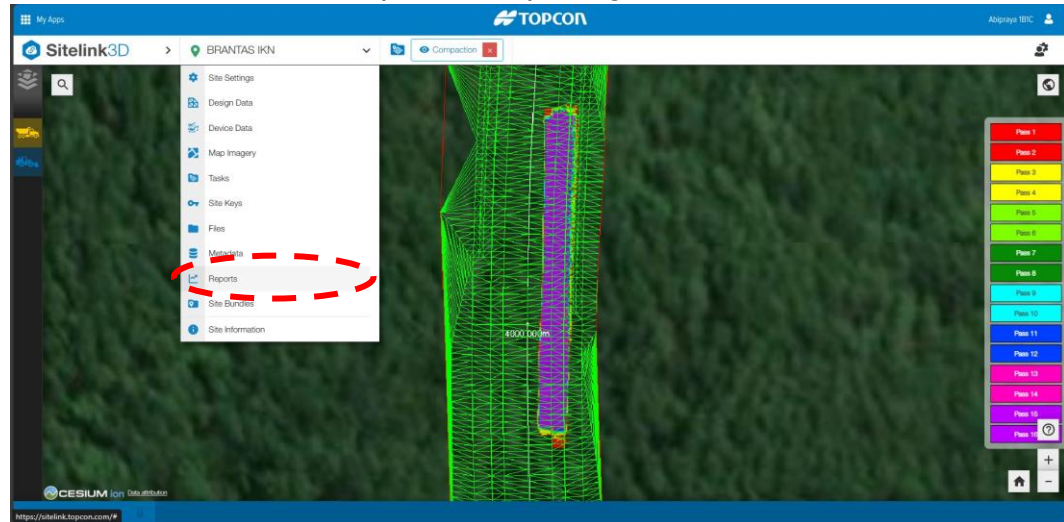
Gambar 16. Tampilan Monitoring dengan *Website* sitelink.topcon.com.

Untuk kurva warna *passcount* pada sitelink.topcon.com dapat diatur sendiri sesuai dengan kemauan *user*. Monitoring melalui *website* sitelink.topcon.com dapat di akses melalui komputer maupun *hand phone*, sehingga staf di kantor dapat memonitoring pekerjaan kapan pun dan dimana pun dia berada, namun monitoring ini dapat terhenti apabila terjadi gangguan pada sinyal.

Tahapan selanjutnya pada pekerjaan *intelligent compaction* yaitu pengolahan data. Data hasil pemadatan pada hari itu dapat di *export* melalui *website* sitelink.topcon.com

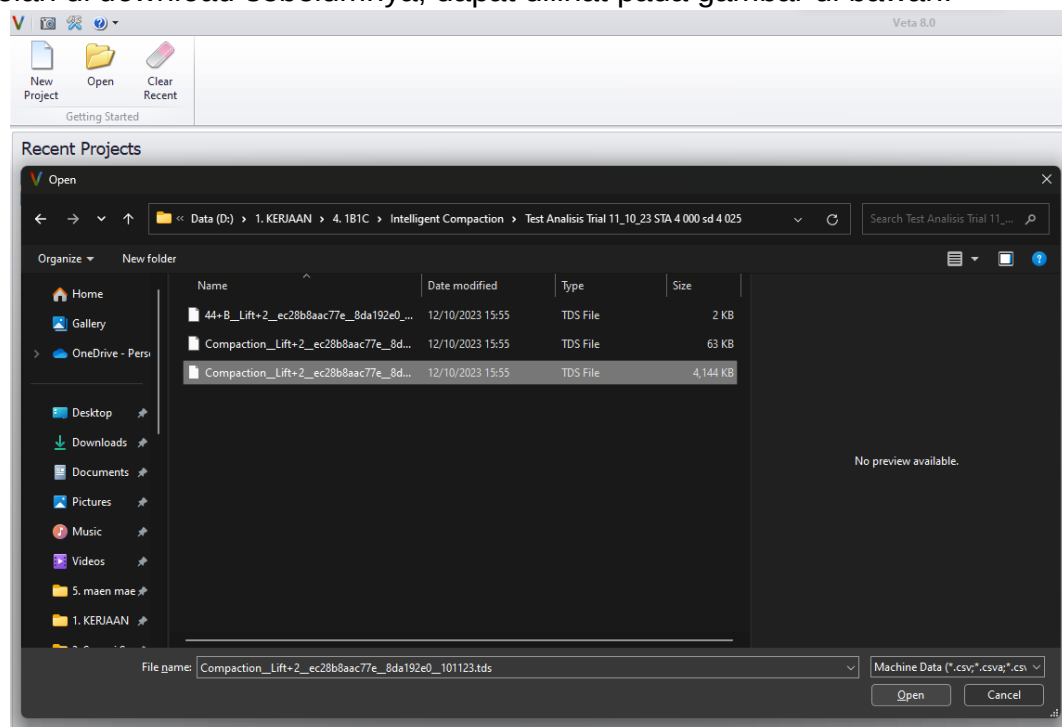
dan dari data tersebut dapat di olah kembali menggunakan aplikasi bernama Veta. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada pengolahan data, antara lain:

1. Men-*download report* pada *website* sitelink.topcon.com dengan format .TDS, folder *report* yang sudah di *download* masih dalam bentuk .ZIP sehingga perlu di *extract* terlebih dahulu, dapat dilihat pada gambar di bawah.



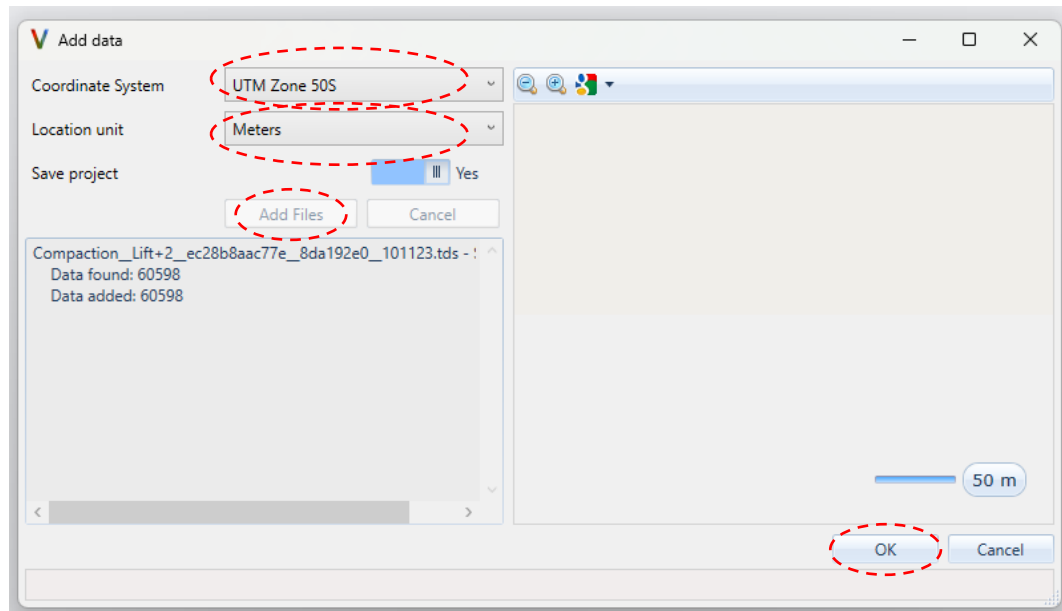
Gambar 17. *tools report* pada *website* sitelink.topcpn.com

2. Selanjutnya, membuka aplikasi Veta lalu pilih open dan pilih folder *report* yang telah di *download* sebelumnya, dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 18. Menu Open pada aplikasi Veta.

3. Selanjutnya pada kolom *coordinate system* di isi dengan UTM Zone 50S dengan *Location unit* meter, lalu klik *add files* dan klik ok atau dapat dilihat pada gambar di bawah, selanjutnya pada aplikasi Veta akan otomatis pergi ke jendela *save-as*, dan tulis nama dan klik *save*, dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

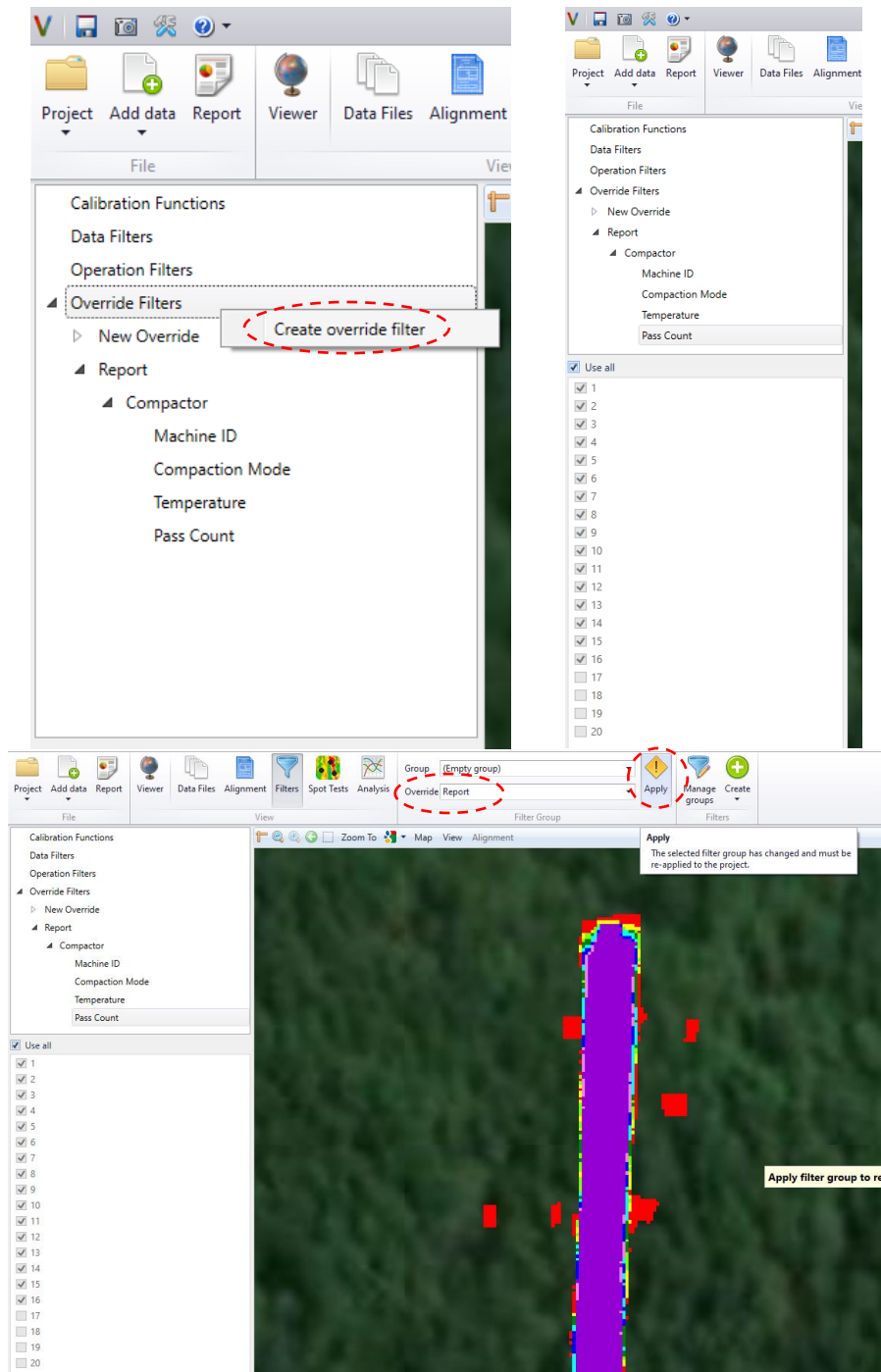


Gambar 19. Pengaturan *Coordinate System* dan *Location Unit*.



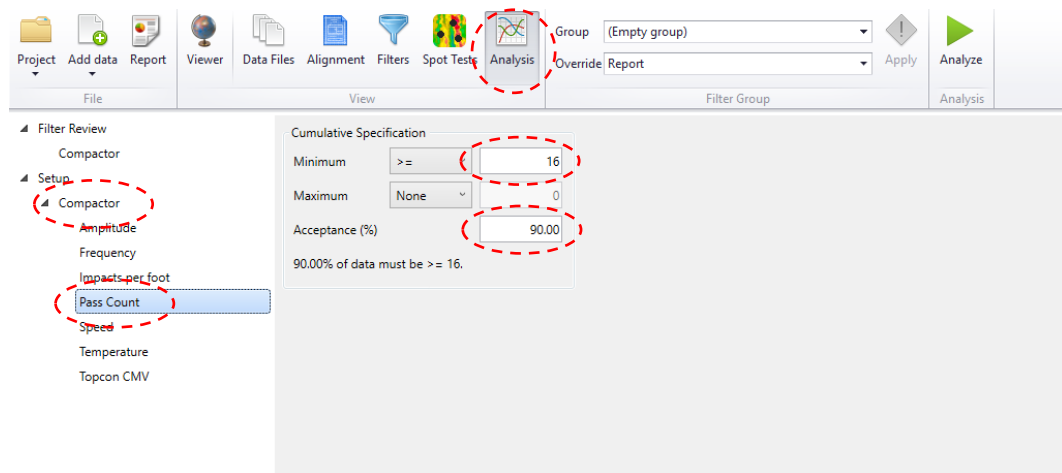
Gambar 20. Tampilan pekerjaan pemadatan pada aplikasi Veta.

4. Langkah selanjutnya yaitu mengatur data filter, data filter dilakukan untuk memilih apa saja yang ditampilkan dalam *report*. Langkah pertama yaitu klik pada menu, lalu klik kanan pada *override filter* dan pilih *Create Override Filter*, selanjutnya beri nama pada filter yang baru di buat, selanjutnya aktifkan filter dengan cara pilih *filter report* di bagian *override* pada bagian menu. Untuk lebih jelasnya dapat melihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 21. Langkah-langkah mengatur data filter.

5. Selanjutnya pada menu *analysis* lalu pilih *pass count* dan isikan parameter atau spesifikasi pada pekerjaan pemadatan, seperti minimal *passing*, dan persentase area yang telah terpassing delapan kali.



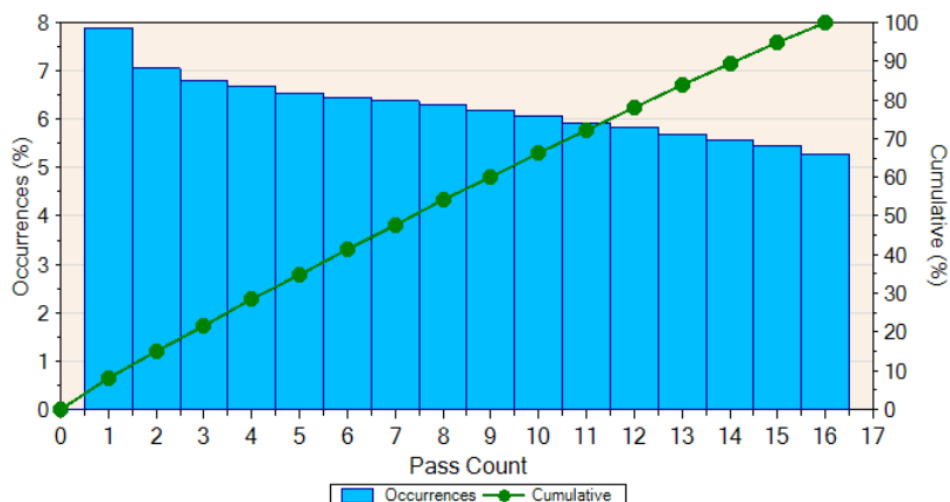
6. Untuk melihat hasil analisa, pada bagian *results* pilih *pass count* lalu pilih *all passes*, atau dapat *download report* tersebut dengan format PDF, Excel maupun Text, data dapat di sajikan ke *power point* agar tampak lebih menarik.

Pass Count

60.00% of data must be ≥ 16 .

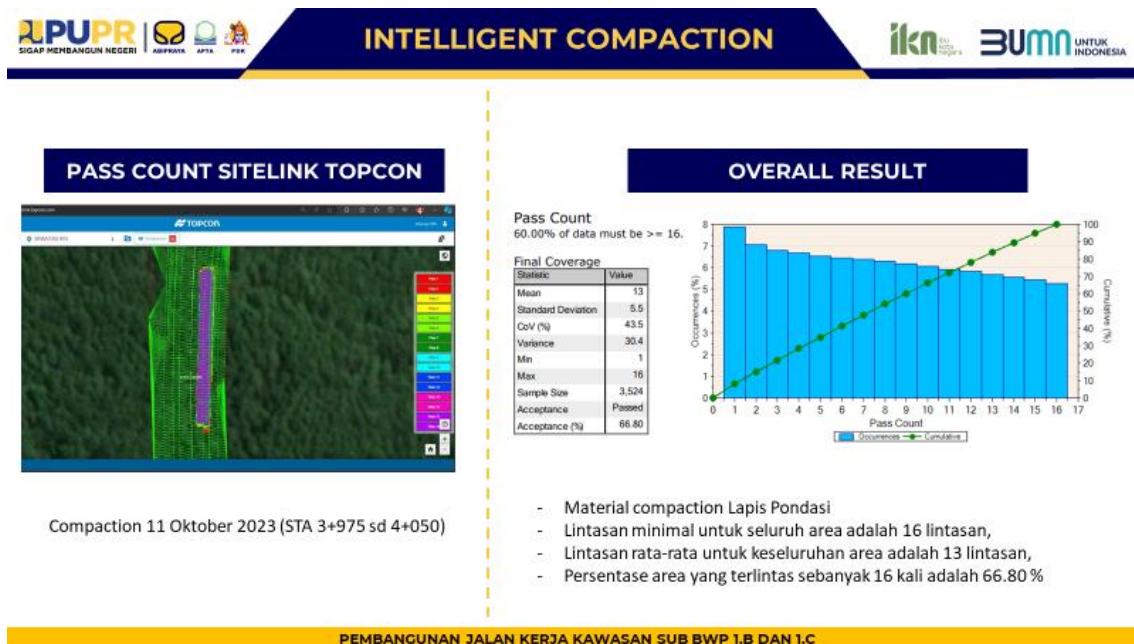
Final Coverage

Statistic	Value
Mean	13
Standard Deviation	5.5
CoV (%)	43.5
Variance	30.4
Min	1
Max	16
Sample Size	3,524
Acceptance	Passed
Acceptance (%)	66.80



Gambar 22. Hasil Reporting dari aplikasi VETA.

Hasil dari pekerjaan *intelligent compaction* yang dilakukan pada paket pekerjaan Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B dan 1C, pada ROW 44 A STA 3+975 s/d 4+050 adalah sebagai berikut:



Gambar 23. Report *Intelligent Compaction* pada Paket Pekerjaan Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B dan 1C.

Dari *report* pekerjaan *intelligent compaction* di atas merupakan pekerjaan pemadatan Lapis Pondasi Agregat tanpa Penutup Aspal yang di hampar setebal 24 cm dan di padatkan dengan delapan kali *passing* (enam belas kali lintasan), dan ketebalan disaat sudah padat di dapatkan sekitar 20 cm. Area kerja pemadatan Lapis Pondasi Agregat tanpa Penutup Aspal ini dilakukan di ROW 44 A, Zona C (STA 3+975 sampai dengan 4+050) dan dari data di atas dapat diberikan kesimpulan bahwa:

1. Hasil pemadatan menunjukkan 16 lintasan (8 kali *passing*) dengan rata-rata 66.80 % area sudah terkompaksi hingga delapan kali *passing* atau enam belas lintasan.
2. Jumlah *passing* rata-rata pada area kerja yaitu sebanyak 13 kali lintasan.
3. *Occurrences* menunjukkan berapa lintasan yang di lalui oleh setiap *passing*. Misalnya pada *passing* pertama menunjukkan angka delapan pada grafik, *vibrator roller* melakukan satu kali *passing* pada 8 lintasan.
4. Kumulatif menunjukkan berapa persen area yang sudah terkompaksi pada setiap lintasan. Grafik menggambarkan bahwa 100 % area sudah terkompaksi sebanyak satu kali lintasan, sedangkan 66.80 % area terkompaksi sebanyak enam belas kali lintasan.

Kendala umum yang terjadi pada saat pekerjaan pemadatan dengan *intelligent compaction* yaitu kendala sinyal radio maupun internet, yang diakibatkan oleh kontur dari area pekerjaan yang berbukit. Dengan hilangnya sinyal terdapat beberapa spot dalam area pekerjaan pemadatan yang tidak terhitung terkompaksi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari artikel yang telah di tulis oleh penulis, dapat di tarik kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Penggunaan *intelligent compaction* dalam pekerjaan pemadatan dalam proyek berdampak positif terhadap proyek tersebut, dengan manfaat seperti pemantauan secara *real-time* terhadap pekerjaan pemadatan, meningkatkan kontrol kualitas dari pekerjaan pemadatan sehingga mengurangi risiko penambahan biaya akibat pekerjaan ulang (*re-work*).
2. *Intelligent compaction* juga memiliki beberapa kekurangan, antara lain: membutuhkan internet dalam pelaksanaan pekerjaan, jangkauan sinyal radio dari *base station* yang terbatas, memerlukan operator yang terlatih dan berpengalaman dalam penggunaan teknologi *intelligent compaction*, biaya awal yang tinggi dan apabila ada *error* maupun kerusakan, diperlukan teknisi khusus untuk menangani masalah tersebut.
3. Tahapan pelaksanaan *intelligent compaction* terbagi menjadi 3, yakni; Persiapan, Pelaksanaan dan pengolahan data. Dimana pada tahap persiapan dilakukan pemasangan dan *penginputan* data proyek terkait, pada tahapan pelaksanaan dilakukan dari persiapan alat (HiPer-VR dan FC-6000) sampai pada proses pemadatannya. Sedangkan pada tahap pengolahan data yaitu dimulai dari *mendownload report* dari sitelink.topcon.com dan pengolahan data menggunakan aplikasi VETA.

Adapun beberapa saran yang di utarakan oleh penulis setelah menjalankan pekerjaan *intelligent compaction*, yaitu sebagai berikut:

1. Diusahakan menggunakan teknologi *intelligent compaction* pada setiap pekerjaan pemadatan yang ada. Dalam kasus ini proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B dan 1C hanya memiliki 1 set alat *intelligent compaction* dan hanya 1 alat yang dapat di pasangkan *intelligent compaction*, sehingga hanya beberapa zona saja yang di lakukan pekerjaan pemadatan dengan *intelligent compaction*.
2. Disarankan ada satu tim khusus untuk *intelligent compaction* dimana tugas dari tim ini yaitu dari persiapan alat hingga pelaksanaan pemadatan dengan *intelligent compaction*. Pada proyek Pembangunan Jalan Kerja Kawasan Sub BWP 1B dan 1C yang melakukan persiapan alat sampai pengolahan data adalah tim teknik, sehingga pekerjaan pemadatan dengan *intelligent compaction* tidak dapat dilakukan di saat ia memiliki tugas lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Position Partner. 2023. Civil Construction Brochure SEA 2023.indd.
- Iwan Ari Setiawan. 2023. Pemadatan Tanah Dengan Intelligent Compactor Pada Pembangunan Jalan Toll IKN Segmen Sp. Tempadung–Jembatan P. Balang.
- Hu, W., Huang, B., Shu, X., & Woods, M. (2017). Utilising intelligent compaction meter values to evaluate construction quality of asphalt pavement layers. *Road Materials and Pavement Design*.
- Sivagnanasuntharam, S., Sounthararajah, A., Ghorbani, J., Bodin, D., & Kodikara, J. (2023). A state-of-the-art review of compaction control test methods and intelligent compaction technology for asphalt pavements. *Road Materials and Pavement Design*.
- Yao, Y., & Song, E. (2023). Research on real-time quality evaluation method for intelligent compaction of soil-filling. *Transportation Geotechnics*.
- Carlos Zambrano, Vincent P. Drnevich, Philippe L. Bourdeau. (2006) *Advanced Compaction Quality Control*.
- Chris Mata, Tom King, & Al Hodson. 5 Requirement for Intelligent Compaction.
- Ziyi Hou, Xiao Dang, Yezhen Yuan, Bo Tian, & Sili Li. (2021). Research on Intelligent Compaction Technology of Subgrade Based on Regression Analysis.
- Anderegg, R. and Kaufmann, K. (2004). Intelligent compaction with vibratory rollers feedback control systems in automatic compaction and compaction control. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*.
- Chang, G., Xu, Q., Rutledge, J., Horan, B., White, D. and Vennapusa, P. (2011). Accelerated implementation of intelligent compaction technology for embankment subgrade soils, aggregate base, and asphalt pavement materials. The Transtec Group, Inc.
- Gallivan, V., L., V., Chang, G. K. and Horan, R. D. (2011). Intelligent compaction for improving roadway construction. *ASCE Geotechnical Special Publication*.
- Savan, C. M., Weng, N. K. and Ksaibati, K. (2015). Implementation of intelligent compaction technologies for road constructions in wyoming.: U.S. Department of Transportation.
- S. Yoon, M. Hastak, and J. Lee. (2018). "Suitability of intelligent compaction for asphalt pavement quality control and quality assurance," *Journal of Construction Engineering and Management*.