

**PENERAPAN METODE KONSTRUKSI
DALAM MEWUJUDKAN *GREEN CONSTRUCTION*
(STUDI KASUS: PEKERJAAN TANAH PADA PROYEK JALAN)**

I Wayan Jawat¹⁾

1) Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Warmadewa

ABSTRAK

Setiap proyek konstruksi selalu membutuhkan sumberdaya proyek (project resource) sebagai komponen input dalam proses konstruksi. Ada 5 (lima) sumber daya proyek, yaitu pekerja (man), material (material), metode (methode), alat (machine), uang (money). Material bangunan dan alat bersifat tetap pada bangunan yang merupakan faktor penting jika suatu proyek diharapkan termasuk proyek hijau (green construction).

Pemilihan metode konstruksi yang tepat akan menghasilkan keuntungan efisiensi proses konstruksi berupa keuntungan finansial. Dalam aspek lingkungan, efisiensi proses konstruksi berpotensi untuk memperpendek durasi konstruksi dan mereduksi waktu operasional berbagai peralatan yang terkait, sehingga konsumsi energi menjadi lebih sedikit dan berpengaruh pada menurunnya emisi CO₂ ekuivalen.

Dalam mewujudkan green construction sebagai bagian dari sustainable construction hendaknya memperhitungkan dampak terhadap operasional bangunan maupun proses desain berupa umpan balik (feed back) yang bersumber dari pengalaman konstruksi.

Kata kunci: proyek konstruksi, metode, green construction.

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tahap konstruksi merupakan tahap yang perlu mendapat perhatian agar tujuan utama menghasilkan proyek yang berkualitas dapat tercapai. Dalam tahap konstruksi, pengelola proyek hendaknya mempertimbangkan aspek positif dan negatif yang akan terjadi pada tahap berikutnya, yaitu tahap operasional.

Keuntungan kontraktor akan diperoleh bila tepat dalam menerapkan metode konstruksi di lokasi proyek. Berbeda metode konstruksi pasti berbeda pula kebutuhan sumberdayanya, limbah yang dihasilkan, dan hampir dapat dipastikan berbeda dalam capaian tujuan proyek dalam aspek biaya, mutu dan waktu.

Secara prinsip, metode pelaksanaan pekerjaan galian dan timbunan pada proyek pembangunan jalan menggunakan metode pelaksanaan pemindahan tanah mekanis yang dilakukan dengan menggunakan alat – alat berat.

Tahap pelaksanaan konstruksi membutuhkan berbagai alat bantu dari yang sederhana hingga berteknologi tinggi sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Keberadaan peralatan konstruksi tidak lain adalah mendukung proses sehingga dimungkinkan tercapainya efisiensi yang baik guna mencapai target yang telah ditetapkan. Disadari atau tidak, keberadaan peralatan konstruksi ini ikut memberikan kontribusi terjadinya pemanasan global yang diakibatkan oleh buangan bahan bakar dari berbagai jenis peralatan yang digunakan dan dirasakan

berkontribusi pada ketidakseimbangan alam lingkungan sekitar.

Menurut Glavinich, sebagaimana dikutip Wulfram I.Ervianto:73, *Green Construction* adalah suatu perencanaan dan pengaturan proyek konstruksi sesuai dengan dokumen kontrak untuk meminimalkan pengaruh proses konstruksi terhadap lingkungan.

Elemen input yang secara tidak langsung mempengaruhi timbulnya emisi CO₂ ekivalen adalah metode konstruksi, yaitu cara yang akan digunakan untuk mewujudkan bangunan berdasarkan gambar rencana dan spesifikasi teknis. Pemilihan metode konstruksi yang tepat akan menghasilkan keuntungan efisiensi proses konstruksi berupa keuntungan finansial. Dalam aspek lingkungan, efisiensi proses konstruksi berpotensi untuk memperpendek durasi konstruksi dan mereduksi waktu operasional berbagai peralatan yang terkait, sehingga konsumsi energi menjadi lebih sedikit dan berpengaruh pada menurunnya emisi CO₂ ekivalen.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, maka permasalahan yang penulis angkat adalah “Bagaimanakah penerapan metode konstruksi pekerjaan tanah pada proyek jalan dalam mewujudkan *green construction*”.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini adalah untuk mengetahui penerapan metode konstruksi pekerjaan tanah pada proyek jalan dalam mewujudkan *green construction*.

1.4 Manfaat Penulisan

1. Manfaat Teoritis:
 - a. Meningkatkan pemahaman tentang penerapan metode konstruksi pekerjaan tanah pada proyek jalan dalam mewujudkan *green construction*.
 - b. Sebagai sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan tentang metode dan peralatan konstruksi dalam mewujudkan *green construction* dan merupakan informasi bagi mereka yang tertarik dengan penelitian selanjutnya.
2. Manfaat Praktis:
 - a. Sebagai sumbangan pemikiran bagi kontraktor dalam menentukan pemilihan metode dan peralatan konstruksi dalam rangka mendukung mewujudkan *green construction*.
 - b. Memberikan masukan terhadap hasil kajian yang dilakukan sebagai upaya peningkatan pemahaman tentang metode dan peralatan konstruksi yang mendukung mewujudkan *green construction*.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Tahap Kegiatan dalam Proyek Konstruksi

Kegiatan konstruksi adalah kegiatan yang harus melalui suatu proses yang panjang dan didalamnya dijumpai banyak masalah yang harus

diselesaikan. Disamping itu, dalam kegiatan konstruksi terdapat suatu rangkaian yang berurutan dan berkaitan. Kegiatan membangun berakhir pada saat dimulainya penggunaan bangunan tersebut, sehingga tahapan dari pada kegiatan dalam proyek konstruksi (Wulfram I. Ervianto, 2002:13) adalah sebagai berikut:

1. Tahap Studi Kelayakan (*feasibility study*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk meyakinkan pemilik proyek bahwa proyek konstruksi yang mengusulkannya layak untuk dilaksanakan, baik dari aspek perencanaan dan perancangan, aspek ekonomi (biaya dan sumber pendanaan), maupun aspek lingkungannya.

2. Tahap Penjelasan (*Breifing*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk memungkinkan pemilik proyek menjelaskan fungsi proyek dan biaya yang diizinkan, sehingga konsultan perencana dapat segera secara tepat menafsirkan keinginan pemilik proyek dan membuat tafsiran yang diperlukan.

3. Tahap Perancangan (*Design*)

Tujuan tahap ini adalah untuk melengkapi penjelasan proyek dan menentukan tata letak, rancangan, metode konstruksi, dan taksiran biaya agar mendapat persetujuan dari pemilik proyek dan pihak berwenang yang terlibat, untuk mempersiapkan informasi pelaksanaan yang diperlukan, termasuk gambar rencana dan spesifikasi serta untuk melengkapi semua dokumen tender.

4. Tahap Pengadaan/Pelelangan (*Procurement/Tender*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menunjukan kontraktor sebagai pelaksana atau sejumlah kontraktor sebagai sub-kontraktor yang akan melaksanakan konstruksi dilapangan.

5. Tahap Pelaksanaan (*construction*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mewujudkan bangunan yang dibutuhkan oleh pemilik proyek yang sudah dirancang oleh konsultan perencana dalam batasan biaya dan waktu yang telah disepakati, serta dengan mutu yang disyaratkan.

6. Tahap Pemeliharaan dan Persiapan Penggunaan (*maintenance and start up*)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menjamin agar bangunan yang telah selesai sesuai dengan dokumen kontrak dan semua fasilitas bekerja sebagaimana mestinya. Selain itu, pada tahap ini juga dibuat suatu catatan mengenai konstruksi berikut petunjuk operasinya dan melatih staf dalam menggunakan fasilitas yang tersedia.

2.2 Tahap – Tahap Pelaksanaan (*construction*)

Pada waktu proyek memasuki tahap pelaksanaan (*construction*), maka pekerjaan pada tahap ini adalah mewujudkan bangunan yang dibutuhkan oleh pemilik proyek yang sudah dirancang oleh konsultan perencana sehingga memenuhi variabel Biaya-Mutu-Waktu-*Safety*, yang telah

disyaratkan. Sebagaimana diketahui secara tradisional bahwa variabel tersebut saling berkaitan dan saling mempengaruhi. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini :

1. Perencanaan penyusunan Jabaran Kegiatan/*Work Breakdown Structure* (WBS), termasuk dalam menentukan Metode Konstruksinya.
2. Perencanaan penyusunan Tabel Analisis Organisasi Proyek/*Organization Analisis Table* (OAT).
3. Perencanaan dan pengendalian jadwal waktu pelaksanaan.
4. Perencanaan dan pengendalian tenaga kerja.
5. Perencanaan dan pengendalian material
6. Perencanaan dan pengendalian alat.
7. Perencanaan dan pengendalian biaya.

Tujuan dari pada tahap pelaksanaan (*construction*), adalah untuk mewujudkan bangunan yang dibutuhkan oleh pemilik proyek yang sudah dirancang oleh konsultan perencana dalam batasan biaya dan waktu yang telah disepakati, serta dengan mutu yang disyaratkan. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini, (Wulfram I. Ervianto, 2002:16)

1. Perencanaan dan pengendalian metode kerja.
2. Perencanaan dan pengendalian organisasi lapangan.
3. Perencanaan dan pengendalian jadwal waktu pelaksanaan.
4. Perencanaan dan pengendalian tenaga kerja.

5. Perencanaan dan pengendalian material
6. Perencanaan dan pengendalian alat.
7. Perencanaan dan pengendalian biaya.

2.3 Pengertian Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Metode pelaksanaan konstruksi pada hakekatnya adalah penjabaran tata cara dan teknik – teknik pelaksanaan pekerjaan, merupakan inti dari seluruh kegiatan dalam sistem manajemen konstruksi.

Metode pelaksanaan konstruksi merupakan kunci untuk dapat mewujudkan seluruh perencanaan menjadi bentuk bangunan fisik. Pada dasarnya metode pelaksanaan konstruksi merupakan penerapan konsep rekayasa berpijak pada keterkaitan antara persyaratan dalam dokumen pelelangan (dokumen pengadaan), keadaan teknis dan ekonomis yang ada dilapangan, dan seluruh sumber daya termasuk pengalaman kontraktor.

Kombinasi dan keterkaitan ketiga elemen secara interaktif membentuk kerangka gagasan dan konsep metode optimal yang diterapkan dalam pelaksanaan konstruksi. Konsep metode pelaksanaan mencakup pemilihan dan penetapan yang berkaitan dengan keseluruhan segi pekerjaan termasuk kebutuhan sarana dan prasarana yang bersifat sementara sekalipun (Istimawan Dipohusodo: 1996:363).

Teknologi konstruksi (*construction technology*) mempelajari metode atau teknik yang digunakan untuk mewujudkan bangunan fisik dalam

lokasi proyek. *Technology* berasal dari kata *techno* dan *logic*, dapat diartikan sebagai urutan dari setiap langkah kegiatan (prosedur), misalkan kegiatan X harus dilaksanakan lebih dahulu kemudian baru kegiatan Y, dan seterusnya; sedangkan *techno* adalah cara yang harus digunakan secara *logic* (Wulfram I. Ervianto, 2002:1).

Metode pelaksanaan pekerjaan atau yang bisa disingkat ‘CM’ (*Construction Method*), merupakan urutan pelaksanaan pekerjaan yang logis dan teknik sehubungan dengan tersedianya sumber daya yang dibutuhkan dan kondisi medan kerja, guna memperoleh cara pelaksanaan yang efektif dan efisien.

Metode pelaksanaan pekerjaan tersebut, sebenarnya telah dibuat oleh kontraktor yang bersangkutan pada waktu membuat ataupun mengajukan penawaran pekerjaan. Dengan demikian ‘CM’ (*Construction Method*) tersebut minimal telah ‘teruji’ saat dilakukan ‘klarifikasi’ atas dokumen tendernya atau terutama *Construction Method* (CM)-nya. Namun demikian, tidak tertutup kemungkinan, bahwa pada waktu menjelang pelaksanaan atau selama pelaksanaan pekerjaan ada ketidaksesuaian. Jika demikian *Construction Method* (CM) tersebut perlu atau harus dirubah.

Metode pelaksanaan pekerjaan yang ditampilkan dan diterapkan merupakan cerminan dari profesionalitas sang pelaksana proyek tersebut, atau profesionalitas dari tim pelaksana proyek, yaitu MANAJER PROYEK dan perusahaan yang bersangkutan.

Karena itu dalam penilaian untuk menentukan pemenang tender,

penyajian metode pelaksanaan pekerjaan mempunyai ‘bobot’ penilaian yang tinggi. Yang diperhatikan bukan rendahnya nilai penawaran harga, meskipun kita akui bahwa rendahnya nilai penawaran merupakan jalan untuk memperoleh peluang ditunjuk menjadi pemenang tender/pelelangan. (Mahendra Sultan Syah, 2004).

2.4 Dokumen Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Dokumen metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi (Mahendra Sultan Syah:2004:113), pada umumnya terdiri dari:

1. *Project plant*, dimana dokumen ini memuat antara lain :
 - a. Denah fasilitas proyek (jalan kerja, bangunan fasilitas, dan lain- lain),
 - b. Lokasi pekerjaan
 - c. Jarak angkut
 - d. Komposisi alat
 - e. Kata – kata singkat (bukan kalimat panjang), dan jelas mengenai urutan pekerjaan
2. Sket atau gambar bantu, merupakan penjelasan pelaksanaan pekerjaan
3. Uraian pelaksanaan pekerjaan, yang meliputi :
 - a. Urutan pelaksanaan seluruh pekerjaan dalam rangka penyelesaian proyek (urutan secara global)
 - b. Urutan pelaksanaan per pekerjaan atau per kelompok pekerjaan, yang perlu penjelasan lebih detail. Biasanya yang ditampilkan adalah pekerjaan penting atau pekerjaan yang jarang ada,

atau pekerjaan yang mempunyai nilai besar, pekerjaan dominan (volume kerja besar). Pekerjaan yang ringan atau umum dilaksanakan biasanya cukup diberi uraian singkat mengenai cara pelaksanaannya saja. Tapi perhitungan kebutuhan alat dan tanpa gambar/sket penjelasan cara pelaksanaan pekerjaan.

4. Perhitungan kebutuhan tenaga kerja dan jadwal kebutuhan tenaga kerja (Mandor, Pekerja, Tukang, Kepala Tukang)
5. Perhitungan kebutuhan material/bahan dan jadwal kebutuhan material/bahan.
6. Perhitungan kebutuhan peralatan konstruksi dan jadwal kebutuhan peralatan.
7. Dokumen lainnya sebagai penjelasan dan pendukung perhitungan kelengkapan yang lain.

Apabila metode pelaksanaan pekerjaan merupakan dokumen yang terpisah (tersendiri), maka harus dilengkapi dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan.

2.5 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Yang Baik

Metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi yang baik apabila memenuhi persyaratan (Mahendra Sultan Syah: 2004: 114), yaitu:

1. Memenuhi persyaratan teknis, yang memuat antara lain :
 - a. Dokumen metode pelaksanaan pekerjaan proyek

- konstruksi lengkap dan jelas memenuhi informasi yang dibutuhkan.
- b. Bisa dilaksanakan dan efektif
 - c. Aman dilaksanakan, terhadap bangunan yang dibangun, para tenaga kerja, bangunan lainnya, dan lingkungan sekitarnya.
2. Memenuhi persyaratan ekonomis, yaitu biaya murah, wajar dan efisien.
 3. Memenuhi pertimbangan nonteknis lainnya, yang memuat antara lain :
 - a. Dimungkinkan untuk diterapkan di lokasi proyek dan disetujui atau tidak ditentang oleh lingkungan setempat.
 - b. Rekomendasi dan policy dari pemilik proyek.
 - c. Disetujui oleh sponsor proyek atau direksi perusahaan, apabila hal itu merupakan alternatif pelaksanaan yang istimewa atau riskan.
 4. Merupakan alternatif/pilihan terbaik dari beberapa alternatif yang telah diperhitungkan dan dipertimbangkan. Masalah metode pekerjaan banyak sekali variasinya, sebab tidak ada keputusan engineer. Jadi pilihan terbaik yang merupakan tanggung jawab manajemen, dengan tetap mempertimbangkan engineering economies.
 5. Manfaat positif *Construction Method*.
 - a. Memberikan arahan dan pedoman yang jelas atas

urutan dan fasilitas penyelesaian pekerjaan.

- b. Merupakan acuan/dasar pola pelaksanaan pekerjaan dan menjadi satu kesatuan dokumen prosedur pelaksanaan pekerjaan di proyek.

2.6 Hal – Hal Yang Mempengaruhi Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Dalam melaksanakan pekerjaan, biasanya dimungkinkan dengan berbagai metode. Beberapa alternatif metode pelaksanaan yang ada, tentunya akan menghasilkan beberapa alternatif biaya juga. Dalam hal ini, alternatif metode pelaksanaan yang harus dipilih tentunya yang menghasilkan biaya yang paling rendah. Pemilihan ini dilakukan oleh pihak Owner selaku pengguna jasa maupun pihak Kontraktor selaku penyedia jasa, dengan maksud yang sama, yaitu menurunkan biaya, hanya tujuannya saja yang berbeda. Bagi owner selaku pengguna jasa tujuannya agar nilai kontrak proyek, yang akan merupakan investasi menjadi rendah, sedangkan bagi pihak Kontraktor selaku penyedia jasa, bukan untuk menurunkan nilai kontrak, tetapi untuk menurunkan biaya pelaksanaan.

Dimana metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi, dalam pengembangan alternatifnya, dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut:

1. Design bangunan.
2. Medan/lokasi pekerjaan.
3. Ketersediaan tenaga kerja, bahan, dan peralatan.

2.7 Peranan Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Peranan metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi adalah untuk menyusun cara – cara kerja dalam melaksanakan suatu pekerjaan dan suatu cara untuk memenuhi, menentukan sarana – sarana pekerjaan yang mendukung terlaksananya suatu pekerjaan misalnya : menetapkan, memilih peralatan yang akan digunakan dalam pekerjaan yang sesuai dengan jenis pekerjaan yang efektif dan efisien dalam biaya operasi. Cara kerja juga dapat membantu dalam menentukan urutan pekerjaan, menyusun jadwalnya sehingga dapat menentukan penyelesaian suatu pekerjaan.

Peranan metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi akan mempengaruhi perencanaan konstruksi (Nono Tisnawardono: 2002: 11) antara lain :

1. Jadwal pelaksanaan.
2. Kebutuhan dan jadwal tenaga kerja.
3. Kebutuhan dan jadwal meterial/bahan.
4. Kebutuhan dan jadwal alat.
5. Penjadwalan anggaran (Arus kas/*cash-flow*).
6. Jadwal prestasi dengan metode kurva – S (S-Curve).
7. Cara – cara pelaksanaan pekerjaan.

Dalam penyusunan metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi, perlu pembahasan/diskusi. Oleh karena itu dianjurkan pada perusahaan kontraktor yang telah mempunyai banyak tenaga kerja dari berbagai disiplin dan agar membuat

metode pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi, dengan melibatkan berbagai pihak yang ahli bidangnya, misal:

1. Menguasai peralatan konstruksi.
2. Mengetahui sumber – sumber material/bahan.
3. Mengerti masalah angkutan.
4. Mengerti masalah jenis – jenis pekerjaan.
5. Menguasai bahasa perbankan.

2.8 Penentuan Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Tahap pertama sebelum memulai suatu pelaksanaan proyek konstruksi, harus ditentukan terlebih dahulu suatu metode untuk melaksanakannya. Dalam skala organisasi suatu proses perencanaan pelaksanaan proyek konstruksi, sangatlah penting untuk menentukan metode konstruksi terlebih dahulu, karena setiap jenis metode konstruksi akan memberikan karakteristik pekerjaan berbeda. Penentuan jenis metode konstruksi yang dipilih akan sangat membantu menentukan jadwal proyek.

Metode konstruksi yang berbeda akan memberikan ruang lingkup pekerjaan dan durasi yang berbeda pula, yang sudah barang tentu juga mempunyai pertimbangan finansial dalam bentuk biaya. Ada faktor – faktor yang mempengaruhi jenis ruang lingkup pekerjaan yang dilakukan, sehingga perlu diperhatikan dan dipertimbangkan, yaitu:

1. Sumber daya manusia dengan skill yang cukup untuk melaksanakan suatu metode pelaksanaan konstruksi.

2. Tersedianya peralatan penunjang pelaksanaan metode konstruksi yang dipilih.
3. Material cukup tersedia.
4. Waktu pelaksanaan yang maksimum dibanding pilihan metode konstruksi lainnya.
5. Biaya yang bersaing.

Oleh karena faktor – faktor yang mempengaruhi metode pelaksanaan seperti : Design bangunan, Medan/lokasi pekerjaan, dan ketersediaan dari tenaga kerja, bahan, dan peralatan, seperti sudah dijelaskan diatas, maka kadang – kadang metode pelaksanaan hanya memiliki alternatif yang terbatas.

3 PEMBAHASAN

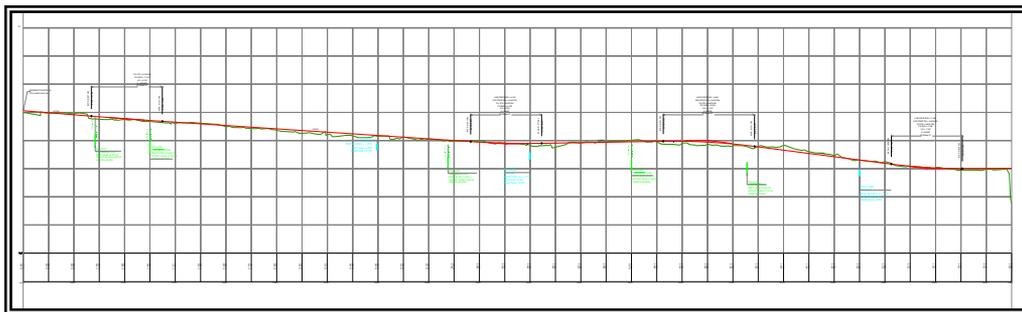
3.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Galian Tanah

Pada proyek perencanaan pembangunan jalan pengerjaan galian dilakukan secara mekanis yaitu dengan

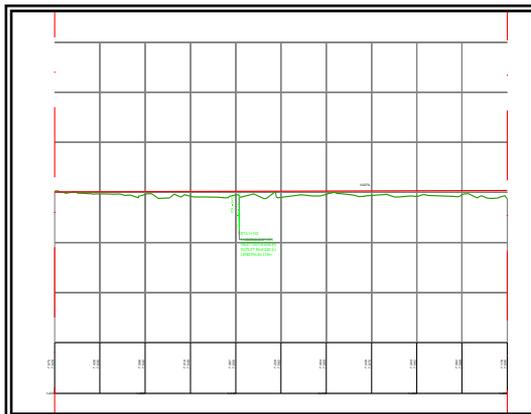
menggunakan alat berat berupa *bulldozer*. Data teknis alat *Bulldozer*:

Merk	: Komatsu
Horse power	: 155/1800 rpm
Lebar blade	: 3.5 meter
Tinggi blade	: 0.6 meter
Lebar traktor	: 3 meter
Kecepatan maju (F)	: 3.2 km/jam
Kecepatan mundur (R)	: 4 km/jam
Waktu tetap	: 0.10 menit
Faktor ketersediaan mesin	: 0.9
Efisiensi waktu	: 0.9
Efisiensi kerja	: 0.75
Efisiensi operator	: 0.8
Blade factor	: 0.85

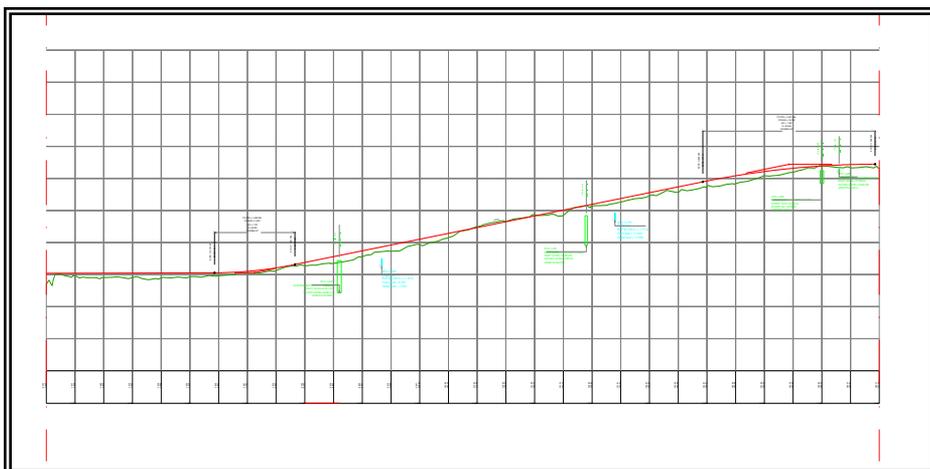
Pemilihan alat ini dilakukan karena dalam galian pada proyek ini tidaklah begitu dalam seperti terlihat pada potongan memanjang jalan (Gambar 1 Gambar 2 dan Gambar 3) berikut:



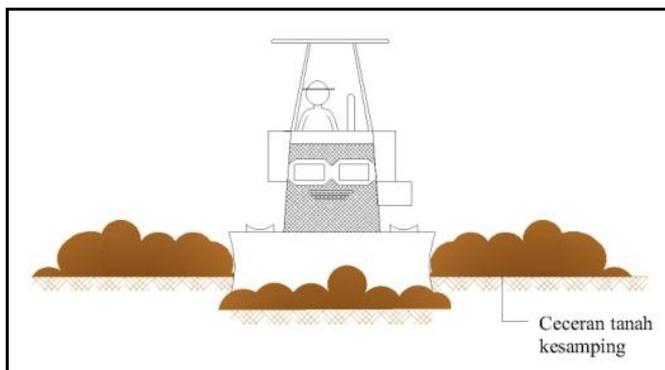
Gambar 1. Potongan Memanjang Jalan (Sta 0+000 – 0+975)



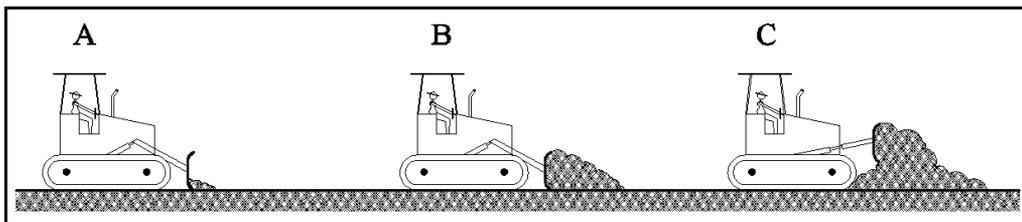
Gambar 2. Potongan Memanjang Jalan (Sta 1+000 – Sta 1+250)



Gambar 3. Potongan Memanjang Jalan (Sta 1+275 – Sta 2+000)



Gambar 4. Cara Operasi *Bulldozer* dengan Metode *Slot Dozing*



Gambar 5. Cara Kerja Bulldozer

Adapun metode yang dipilih dalam pengerjaan galian tanah dengan menggunakan *bulldozer* adalah metode *slot dozing* yaitu dengan melakukan beberapa lintasan dan membiarkan tanah berceceran di kiri – kanan dozer. Untuk lebih jelas mengenai cara operasi *bulldozer* dengan metode *slot dozing*, dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Pada Gambar 5 kedudukan A, *bulldozer* mula – mula atau dalam berhenti, pisau sedikit masuk ke dalam tanah dengan tujuan untuk menggali / menggosur. Dalam kedudukan yang demikian ini traktor mulai dijalankan maju, biasanya harus dalam gigi terendah.

Kedudukan B adalah keadaan menggosur / mengangkut tanah dengan kecepatan tetap, jika dipandang perlu traktor dapat menambah kecepatan dengan pindah gigi, dan hal ini akan memerlukan waktu tetap yang disebut dengan *fixed time*.

Kedudukan C adalah posisi membuang muatan pada akhir jalan angkut, pisau diangkat naik sehingga tanah dapat lewat di bawah pisau. Apabila tanah didepan pisau sudah habis tertinggal, traktor dihentikan kemudian dalam posisi pisau masih terangkat traktor dijalankan mundur menuju kedudukan A.

3.2 Metode Pelaksanaan pada Pengangkutan Tanah

Tanah yang dimaksudkan disini adalah tanah hasil galian yang tidak digunakan lagi ataupun tanah yang didatangkan dari tempat lain untuk keperluan pembentukan badan jalan. Apabila hasil galian harus dipindahkan/dibuang keluar lokasi proyek, perlu dipertimbangkan cara pemindahan yang tidak menimbulkan polusi dengan:

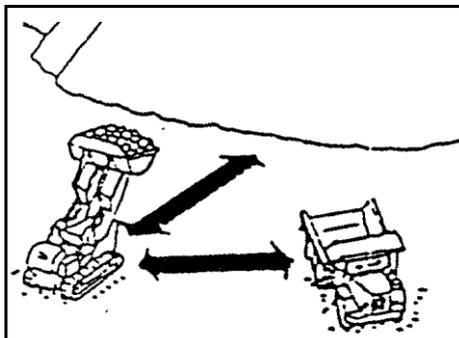
1. Cara tanah dimuat ke dalam truk.
2. Menutup tanah dalam truk menggunakan terpal agar tidak tercecer di sepanjang jalan dan tidak menimbulkan polusi udara.
3. Mencuci ban kendaraan kendaraan pengangkut sebelum keluar dari lokasi proyek di washing bay yang telah disediakan.
4. Memilih lokasi pembuangan yang tidak terlalu jauh dari lokasi proyek.

Adapun metode yang digunakan pengangkutan tanah ini adalah metode *V loading* yang cara pemuatannya dengan lintasan seperti bentuk huruf V dengan menggunakan kombinasi alat antara *Wheel loader* dengan *dump truk*.

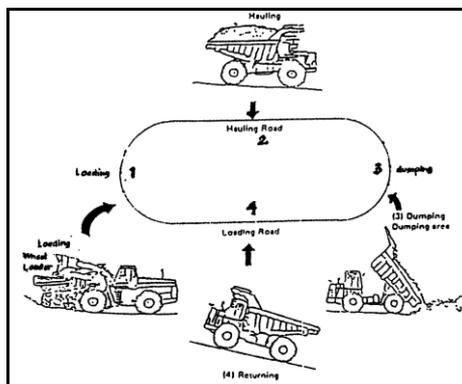
Data teknis alat *wheel loader*:

Merk : Komatsu

Model	: W.60	Kecepatan angkut	: 40
Kapasitas bucket	: 1.4 m ³		km/jam
Cara operasi	: V loading	Kecepatan kembali	: 30
	dengan torque flow		km/jam
		Dengan alat pemuat wheel loader dengan kapasitas bucket 1,4 m ³	
Kecepatan maju	: 7.6	Cycle time	: 0.4
	km/jam	Kondisi operasi	: sedang
Kecepatan mundur	: 7.6	Jarak Angkut	: 1 km
	km/jam	Machine availability factor	: 0.9
Jarak angkut	: 5 m	Efisiensi waktu	: 0.83
Kondisi manajemen & medan	: 0.75	Efisiensi operator	: 0.85
BF	: 0.9	Efisiensi kerja	: 0.8
		Bucket factor	: 0.85
Data teknis dump truk:			
Merk	: HINO,		Untuk lebih jelas mengenai metode
	KL-231		V loading dapat dilihat pada Gambar 6
Kapasitas Vessel	: 4 m ³		berikut:



Gambar 6. Loading



Gambar 7. Dasar Operasi Dump Truk

Cara operasinya (Gambar 7) adalah sebagai berikut:

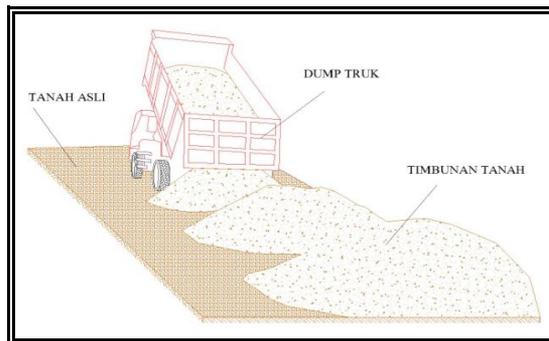
1. Pada kedudukan 1 merupakan proses *loading* (pemuatan) tanah.
2. Pada kedudukan 2 merupakan proses *hauling road* (pergi).
3. Pada kedudukan 3 merupakan proses *dumping* (pembuangan) muatan.
4. Pada kedudukan 4 merupakan proses *returning* (kembali) ke kedudukan 1.

3.3 Metode Pelaksanaan Timbunan Tanah

Pekerjaan timbunan tanah ini dapat berupa tanah dari hasil penggalian ataupun yang didatangkan dari tempat lain asalkan memenuhi ketentuan yang disyaratkan. Tanah timbunan umumnya diangkut langsung dari lokasi sumber bahan ke permukaan yang telah disiapkan pada saat cuaca cerah dan

disebarkan. Penumpukan tanah timbunan untuk persediaan biasanya tidak diperkenankan, terutama selama musim hujan.

Pada pekerjaan timbunan tanah, hal yang perlu diperhatikan di sini adalah timbunan tidak boleh ditempatkan, dihampar atau dipadatkan sewaktu hujan, dan pemadatan tidak boleh dilaksanakan setelah hujan atau bilamana kadar air bahan berada di luar rentang yang disyaratkan. Timbunan harus ditempatkan ke permukaan yang telah disiapkan dan disebar dalam lapisan yang merata yang bila dipadatkan akan memenuhi toleransi tebal lapisan yang disyaratkan. Bilamana timbunan dihampar lebih dari satu lapis, lapisan-lapisan tersebut sedapat mungkin dibagi rata sehingga sama tebalnya. Cara penimbunan tanah dapat ditunjukkan pada Gambar 8 berikut:



Gambar 8. Penimbunan Tanah dengan Truk

Apabila suatu lapisan belum mencapai kepadatan yang disyaratkan, maka harus diadakan perbaikan. Adapun perbaikan terhadap timbunan yang tidak memenuhi ketentuan atau tidak stabil antara lain:

5. Timbunan akhir yang tidak memenuhi penampang melintang yang disyaratkan atau disetujui atau toleransi permukaan yang disyaratkan harus diperbaiki dengan menggemburkan permukaannya dan membuang

atau menambah bahan sebagaimana yang diperlukan dan dilanjutkan dengan pembentukan kembali dan pemadatan kembali.

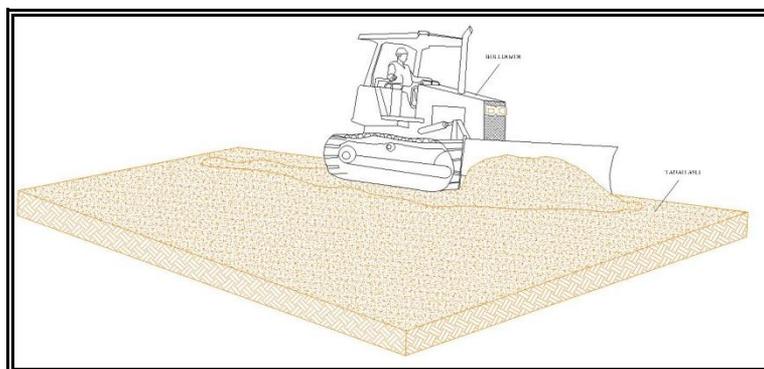
6. Timbunan yang terlalu kering untuk pemadatan, dalam hal batas-batas kadar airnya yang disyaratkan, harus diperbaiki dengan menggaru bahan tersebut, dilanjutkan dengan penyemprotan air secukupnya dan dicampur seluruhnya dengan menggunakan motor grader atau peralatan lain yang disetujui.
7. Timbunan yang terlalu basah untuk pemadatan, seperti dinyatakan dalam batas-batas kadar air yang disyaratkan, harus diperbaiki dengan menggaru bahan tersebut dengan menggunakan motor grader atau alat lainnya secara berulang-ulang dengan selang waktu istirahat selama penanganan, dalam cuaca cerah. Alternatif lain, bilamana pengeringan yang memadai tidak dapat dicapai dengan menggaru dan membiarkan bahan gembur

tersebut, bahan tersebut dikeluarkan dari pekerjaan dan diganti dengan bahan kering yang lebih cocok.

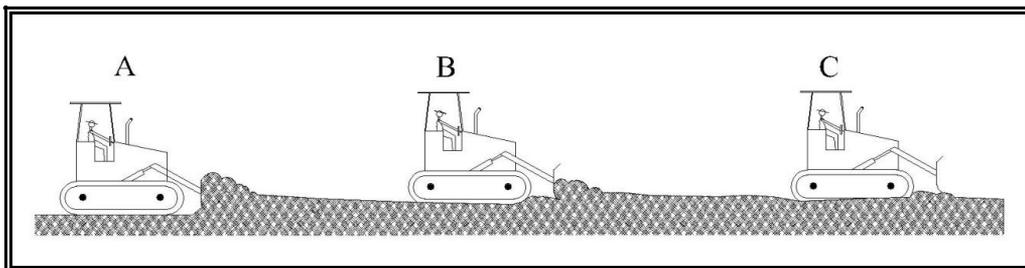
8. Timbunan yang telah dipadatkan dan memenuhi ketentuan yang disyaratkan, menjadi jenuh akibat hujan atau banjir atau karena hal lain, biasanya tidak memerlukan pekerjaan perbaikan asalkan sifat-sifat bahan dan kerataan permukaan masih memenuhi ketentuan.

3.4 Metode Pelaksanaan Perataan Tanah

Metode perataan tanah yang dimaksud adalah metode perataan tanah hasil timbunan (*spreading*) dan timbunan tanah yang dimaksud disini adalah bekas dumping dari truk untuk pengisian jarak jauh atau *stock pile* dari hasil timbunan yang lain. Adapun metode yang digunakan pada pelaksanaan perataan tanah ini yaitu dilakukan secara mekanis dengan menggunakan alat berat berupa *bulldozer* seperti pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9. Perataan Tanah dengan *Bulldozer*



Gambar 10. Cara Perataan Hasil Timbunan Tanah dengan *Bulldozer*

Cara kerjanya (Gambar 10) adalah sebagai berikut:

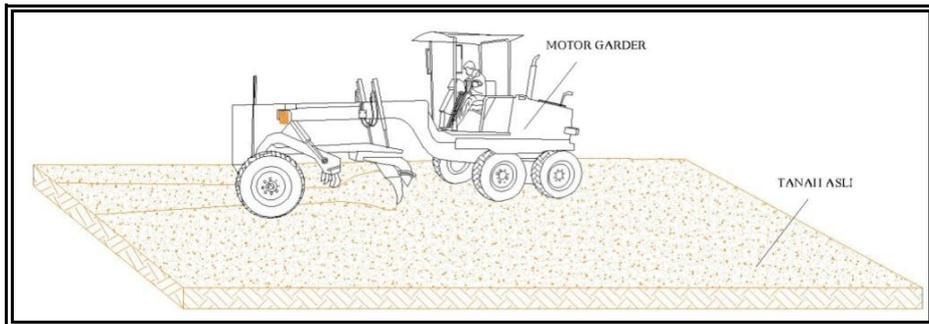
1. Kedudukan A, *bulldozer* mula – mula atau dalam keadaan berhenti dimana kedudukan *dozer blade* (pisau dozer) cukup tinggi diatas tanah asal agar tidak terambil terlalu banyak muatan sekaligus. Dalam kedudukan yang demikian ini traktor mulai dijalankan maju, biasanya harus dalam gigi terendah.
2. Kedudukan B adalah keadaan perataan tanah dengan kecepatan tetap, jika dipandang perlu traktor dapat menambah kecepatan dengan pindah gigi, dan hal ini akan memerlukan waktu tetap yang disebut dengan *fixed time*.
3. Kedudukan C, didepan *blade* sudah tidak cukup banyak muatan, maka traktor dihentikan dan dijalankan mundur untuk mengambil muatan baru, sisa muatan dari *pass* yang lalu didorong dengan *pass* yang berikutnya. Hal ini dilakukan untuk memelihara produktivitas *dozer* yang hanya dicapai dengan

mendorong muatan yang maksimal.

Dalam melaksanakan ini tiap kali harus pindah jalur pada waktu menjalankan masing – masing *pass* yang berurutan, sehingga tanggul – tanggul yang terjadi pada lintas – lintas sebelumnya tidak terlalu berat untuk diratakan kemudian. Naik turunnya *blade* pada kebanyakan *dozer* adalah hal yang sukar dikendalikan, terutama bagi operator yang belum cukup pengalaman. Maka sebaiknya jika terjadi punuk – punuk diatas permukaan tanah, lebih baik *dozer* dihentikan dan mundur mengulangi *pass* yang sedang dijalani. Untuk pekerjaan akhir (*final grading*) perataan tanah digunakan alat yang berupa motor grader.

Data teknis alat motor grader:

Merk	: Komatsu
Model	: GD 650R-1
Panjang blade	: 4,01 meter
Sudut blade	: 60° (lihat Tabel 2)
Kecepatan operasi	: 4 km/jam
Jumlah lintasan	: 1 kali
Kondisi menejemen * medan	: 0,75
Panjang jalan	: 100 meter



Gambar 11. Finishing Penghamparan Tanah dengan Motor Garder

3.5 Metode Pelaksanaan Pematatan Tanah

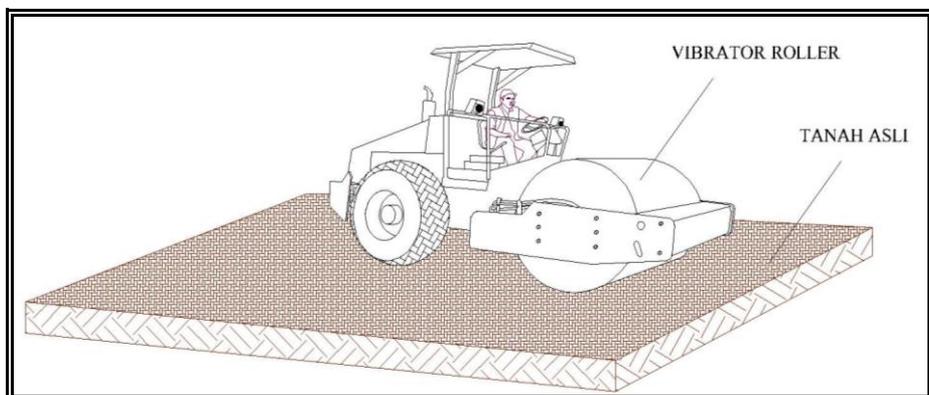
Segera setelah penempatan dan penghamparan timbunan, setiap lapis harus dipadatkan dengan peralatan pemadat yang memadai dan disetujui sampai mencapai kepadatan yang disyaratkan. Pematatan timbunan tanah harus dilaksanakan hanya bilamana kadar air bahan berada dalam rentang 3 % di bawah kadar air optimum sampai 1% di atas kadar air optimum. Kadar air optimum harus didefinisikan sebagai kadar air pada kepadatan kering maksimum yang diperoleh bilamana tanah dipadatkan sesuai dengan SNI 03-1742-1989. Jenis alat yang digunakan

untuk pematatan tanah adalah *vibrator roller*.

Data teknis *vibrator roller*:

Merk	: DYNA PAC
Model	: SP-54
Berat alat	: 7 ton
Lebar efektif roda gilas (L)	: 120 cm
Kecepatan operasi (V)	: 2 km/jam
JM	: 0.75
Jumlah lintasan / pass (N)	: 8 kali

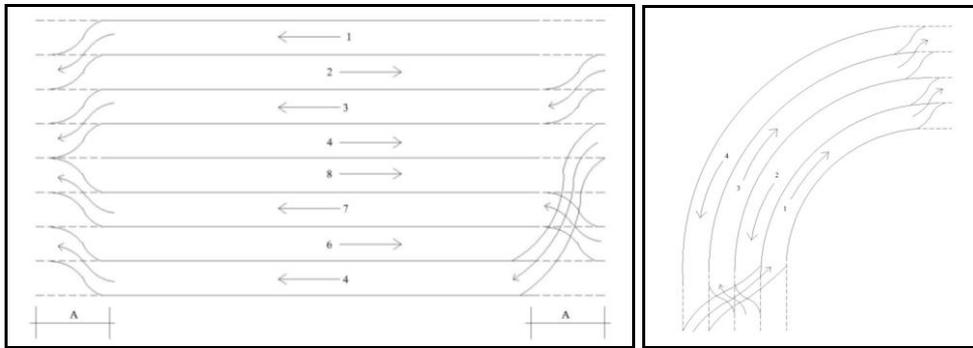
Adapun metode pelaksanaan pemampatan/pematatan tanah ini dilakukan secara mekanis dengan menggunakan *vibration roller* seperti terlihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pematatan Tanah dengan Vibration Roller

Yang perlu diperhatikan disini, pekerjaan pemadatan harus dilakukan lapis demi lapis. Timbunan dipadatkan setiap lapis mulai dari tepi luar dan bergerak menuju ke arah sumbu jalan

sedemikian rupa sehingga setiap ruas akan menerima jumlah usaha pemadatan yang sama. Untuk lebih jelas mengenai cara kerja *vibration roller* dapat dilihat pada Gambar 13 berikut:



Gambar 13. Pola Penggilasan dengan *Vibration Roller*

Pada Gambar 13 kiri seluruh lebar jalan dapat dijalan dalam 8 *pass* (lintasan). *Pass* ke 9 *roller* kembali menuju ke jalur yang pertama. Pengulangan ini dilakukan terus menerus sampai jumlah *pass* yang diperlukan untuk mencapai pemampatan yang dikehendaki tiap jalur sudah terpenuhi. *Overlap* dalam arah memanjang (A) juga perlu diberikan, karena dalam arah belok, *roller* ini jumlah *pass* yang diberikan lebih sedikit dari pada yang di bagian lurus.

Pada Gambar 13 kanan adalah pola penggilasan pada tikungan jalan, *pass* pertama dimulai dari bagian bawah (bagian lintasan yang dalam) menuju ke bagian atas (bagian lintasan luar). Untuk lintasan – lintasan berikutnya, diulang mulai dari lintasan pertama lagi.

Adapun ketentuan kepadatan untuk timbunan tanah adalah sebagai berikut:

1. Lapisan tanah yang lebih dalam dari 30 cm di bawah elevasi

tanah dasar harus dipadatkan sampai 95 % dari kepadatan kering maksimum yang ditentukan sesuai SNI 03-1742-1989. Untuk tanah yang mengandung lebih dari 10 % bahan yang tertahan pada ayakan $\frac{3}{4}$ ", kepadatan kering maksimum yang diperoleh harus dikoreksi terhadap bahan yang berukuran lebih (*oversize*) tersebut.

2. Lapisan tanah pada kedalaman 30 cm atau kurang dari elevasi tanah dasar harus dipadatkan sampai dengan 100 % dari kepadatan kering maksimum yang ditentukan sesuai dengan SNI 03-1742-1989.
3. Pengujian kepadatan harus dilakukan pada setiap lapis timbunan yang dipadatkan sesuai dengan SNI 03-2828-1992 dan bila hasil setiap pengujian menunjukkan kepadatan kurang dari yang disyaratkan maka

Kontraktor harus memperbaiki. Pengujian harus dilakukan sampai kedalaman penuh pada lokasi berselang-seling setiap jarak tidak lebih dari 200 m. Untuk penimbunan kembali di sekitar struktur atau pada galian parit untuk gorong-gorong, paling sedikit harus dilaksanakan satu pengujian untuk satu lapis penimbunan kembali yang telah selesai dikerjakan.

4. Untuk timbunan, paling sedikit 1 rangkaian pengujian bahan yang lengkap harus dilakukan untuk setiap 1.000 m³ bahan timbunan yang dihampar.

4 SIMPULAN DAN SARAN

4.1 Simpulan

1. Proyek konstruksi merupakan sebuah sistem yang terdiri dari berbagai unsur yang terkait mulai dari proses disain, pengadaan, konstruksi, operasi dan perawatan, dan dekonstruksi dengan berbagai jenis sumber daya.
2. *Green construction* sebagai bagian dari *sustainable construction* tentunya akan berdampak terhadap operasional bangunan maupun proses desain berupa umpan balik (*feed back*) yang bersumber dari pengalaman konstruksi.
3. Metode konstruksi adalah jawaban atas bagaimana pekerjaan suatu proyek akan dikerjakan, sehingga dibutuhkan cara penyajian yang dapat segera dimengerti oleh yang berkepentingan.

4. Proses penyusunan metode konstruksi merupakan hasil pembahasan, *brainstorming*, diskusi, referensi dari berbagai macam sumber, dan dituangkan dalam bentuk gambar kerja serta urutan pelaksanaan pekerjaan (*procedure, work instruction*) yang menjadi acuan dalam setiap pekerjaan perbaikan (*improvement*), inovasi, serta kreativitas (sebagai unsur utama inovasi) dalam pembuatan metode konstruksi sehingga dapat memberikan nilai tambah (*add value*) bagi tercapainya sasaran, baik mutu, waktu, biaya maupun *safety*.

4.2 Saran

1. Oleh karena proyek konstruksi merupakan sebuah sistem, maka sistem ini harus dikelola untuk mencapai prinsip – prinsip dalam *sustainable construction*.
2. Dalam mewujudkan *green construction* sebagai bagian dari *sustainable construction* hendaknya memperhitungkan dampak terhadap operasional bangunan maupun proses desain berupa umpan balik (*feed back*) yang bersumber dari pengalaman konstruksi.
3. Penerapan metode konstruksi hendaknya memperhatikan cara penyajian yang mudah dimengerti oleh yang berkepentingan dalam pelaksanaan proyek.

5 DAFTAR PUSTAKA

- Abrar Husen, 2010, *Manajemen Proyek*, Yogyakarta, Andi Offset
- Asiyanto. 2010. *Manajemen Produksi untuk Jasa Konstruksi*. Jakarta : Penerbit PT.Pradnya Paramita.
- Asiyanto. 2007. *Manajemen Alat Berat untuk Konstruksi*. Jakarta : Penerbit PT.Pradnya Paramita.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi. Jilid 1 & 2*. Yogyakarta. Penerbit Kanisius.
- Ervianto, W. I. 2004. *Teori – Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- Ervianto, W. I. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- Ervianto, W. I. 2012. *Selamatkan Bumi Melalui Konstruksi Hijau, Perencanaan, Pengadaan, Konstruksi dan Operasi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI
- <http://www.google.co.id/search?q=Alat berat dalam Konstruksi>
- Imam Soeharto, I. 1995. *Manajemen Proyek Konstruksi. Dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta : Penerbit Erlangga Jakarta.
- Komatsu, 1978, *Specification and Application Hand Book*. Third edition.
- Mahendra Sultan Syah. 2004. *Manajemen Proyek Kiat Sukses Mengelola Proyek*, Cetakan Pertama, Pt. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Peurifoy, 1979. *Construction Planning Equipment*, Int Student Edition, Mc Graw – Hill, New York.
- Rochmanhadi, 1992, *Alat – Alat Berat dan Penggunaannya*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rochmanhadi, 1985, *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat – Alat Berat*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rochmanhadi, 1992, *Kapasitas dan Produksi Alat Berat*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Susy Fatena Rostiyanti, 2008, *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*, Edisi Kedua, PT.Rineka Cipta, Jakarta.
- The Asphalt Institute. 1983. *Asphalt Technology and Construction Practices. Instructor's Guide*. Second Edition January 1983.
- Team Lokakarya Dosen Perguruan Tinggi Swasta Seluruh Indonesia Program Studi Teknik Sipil Bidang Pemindahan Tanah Mekanis. Juli 1997. Pemindahan Tanah Mekanis, Cisarua Bogor.
-, 1988, *Manual Supervisi Lapangan untuk Staf Pengendali Mutu pada Kontrak Pemeliharaan dan Peningkatan Jalan Dokumen Rujukan RD. 641 Central Quality & Monitoring Unit*, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
-Spesifikasi Umum Buku III, Departemen Pekerjaan Umum, Dirjen Bina Marga, Direktorat Bina Program Jalan.

Wedhayanto, Sony.2009. *Alat Berat & Pindahan Tanah Mekanis* (Diktat kuliah untuk Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil UM). Diunduh dari :
URL:<http://www.google.co.id/search?q=Alat berat>.