



PEMINDAHAN TANAH MEKANIS/ ALAT BERAT

Dr. Rifana Kawet, ST, MT



PEMINDAHAN TANAH MEKANIS/ALAT BERAT

Dr. Rifana Kawet, ST., MT



Tahta Media Group

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PEMINDAHAN TANAH MEKANIS/ALAT BERAT

Penulis:
Dr. Rifana Kawet, ST., MT

Desain Cover:
Tahta Media

Editor:
Tahta Media

Proofreader:
Tahta Media

Ukuran:
vi, 135, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-634-262-214-8

Cetakan Pertama:
Juni 2026

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2026 by Tahta Media Group
All Right Reserved

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP

Perumahan Mitra Utama Residence 3 Blok A no 1, Sawahan, Tempel,
Kec. Gatak, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57557

email: tahtaliterasimedia@gmail.com

website: <http://store.tahtamedia.co.id/>

Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya buku ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini disusun sebagai bahan referensi dan pendukung pembelajaran pada bidang teknik sipil, khususnya yang berkaitan dengan alat berat, pemindahan mekanis, produktivitas alat, biaya operasional, serta penerapan alat dalam proyek konstruksi.

Materi dalam buku ini membahas berbagai konsep dasar yang penting, mulai dari sifat dan jenis tanah, pemilihan alat berat, sumber alat berat, biaya kepemilikan dan operasional, hingga pembahasan berbagai jenis alat seperti dozer, scraper, motor grader, loader, truk, crane, dan excavator. Selain itu, buku ini juga dilengkapi dengan contoh-contoh perhitungan praktis agar mahasiswa maupun praktisi lebih mudah memahami penerapan teori di lapangan. Pembahasan biaya alat berat juga menekankan pentingnya nilai waktu uang, depresiasi, dan efisiensi alat sebagai dasar pengambilan keputusan dalam proyek konstruksi .

Buku ini disusun dengan harapan dapat membantu mahasiswa, dosen, praktisi konstruksi, serta pihak lain yang membutuhkan pemahaman mengenai manajemen alat berat dalam pekerjaan konstruksi. Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan pada edisi berikutnya.

Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik sipil dan manajemen konstruksi.

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB I PENGENALAN ALAT BERAT.....	1
A. Pendahuluan	1
B. Pengklasifikasian Alat	2
C. Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat	5
D. Alat Berat Pada Macam-Macam Proyek konstruksi.....	7
BAB II BIAYA KEPEMILIKAN DAN PENGOPRASIAN ALAT BERAT	9
A. Pendahuluan	9
B. Sumber Alat Berat	10
C. Biaya Alat Berat	11
BAB III DASAR - DASAR PEMINDAHAN MEKANIS	26
A. Sifat- Sifat Dan Jenis Tanah	26
B. Waktu Siklus	30
C. Efisiensi Alat.....	31
D. Produktifitas Dan Durasi Pekerjaan	32
E. Gaya Yang Mempengaruhi Gerakan Alat Berat	33
F. Pemotongan Dan Penimbunan Tanah.....	37
BAB IV DOZER.....	45
A. Pendahuluan	45
B. Penggerak (<i>Prime Mover</i>)	47
C. Pisau (<i>Blade</i>).....	47
D. Teknik Pengoperasian.....	50
E. Penghitungan Produktivitas Dozer	51
F. Pembersihan Lahan.....	57

BAB V SCAPER DAN MOTOR GRADER	61
A. Pendahuluan	61
B. Scaper.....	61
C. Motor Grader	69
BAB VI LOADER DAN TRUK	72
A. Pendahuluan	72
B. Loader	73
C. Truk	81
BAB VII CRANE.....	92
A. Pendahuluan	92
B. Crane Dengan Penggerak.....	92
C. Struktur Atas Krane Dengan Pengerak	96
D. Tower Crane.....	97
E. Bagian Tower Crane.....	97
F. Jenis Tower Crane.....	100
G. Kriteria Pemilihan Tower Crane	102
H. Pemasangan Dan Pembongkaran Tower Crane	103
I. Pemilihan Kapasitas Dan Jangkauan Crane	105
BAB VIII ALAT GALI (EXCAVATOR).....	110
A. Pendahuluan	110
B. Alat Penggali Sistem Hidrolis.....	111
C. Alat Penggali Sistem Kabel	120
DAFTAR PUSTAKA	127

BAB I

Pengenalan Alat Berat

A. PENDAHULUAN

Alat berat digunakan dalam teknik sipil untuk membantu manusia dalam pekerjaan pembangunan struktur. Saat ini, alat berat sangat penting untuk proyek, terutama proyek konstruksi skala besar. Tujuan dari penggunaan alat berat ini adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaan mereka, sehingga hasil yang diharapkan dapat dicapai dengan lebih mudah dan dalam waktu yang lebih singkat. Dalam proyek konstruksi, banyak alat berat yang digunakan. Alat berat yang umum dipakai didalam proyek konstruksi antara lain dozer, alat gali seperti backhoe, front shovel, clamshell ; alat pengangkut seperti loader, truck dan conveyor belt ; alat pemadat tanah seperti roller dan compactor ; dan lain-lain.

Kontraktor memilih alat berat untuk proyek saat dimulai. Pemilihan alat berat yang tepat adalah salah satu kunci keberhasilan proyek. Alat berat harus tepat dalam hal jenis, ukuran, dan jumlah. Proses proyek akan lebih mudah jika alat berat dipilih dengan benar. Kegagalan proyek dapat terjadi karena kesalahan dalam pemilihan alat berat. Dengan demikian proyek dapat tertunda. Ini berpotensi meningkatkan biaya proyek. Biaya meningkat karena tingkat produktivitas yang rendah dan waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan alat lain yang lebih sesuai.

B. PENGKLASIFIKASIAN ALAT

Secara umum, alat berat dapat dikategorikan ke dalam beberapa kategori berdasarkan fungsi dan operasinya.

1. Klasifikasi fungsional alat berat

Yang dimaksud dengan klasifikasi fungsional adalah pembagian alat tersebut berdasarkan fungsi-fungsi utama alat. Berdasarkan, fungsinya alat berat dapat dibagi atas tujuh fungsi dasar.

a. Alat pengolah lahan

Kondisi lahan proyek kadang-kadang masih merupakan lahan alsi yang harus dipersiapkan sebelum lahan tersebut mulai diolah. Jika pada lahan masih terdapat semak atau pepohonan maka pembukaan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan dozer. Untuk pengangkatan lapisan tanah paling atas dapat digunakan scraper. Sedangkan untuk pembentukan permukaan supaya rata selain dozer dapat digunakan juga motor grader.

b. Alat penggali

Jenis alat ini juga dengan istilah excavator. Fungsi dari alat ini adalah untuk menggali, seperti dalam pekerjaan pembuatan basement atau saluran. Beberapa alat berat digunakan untuk menggali tanah dan batuan. Yang termasuk dalam kategori ini adalah front shovel, backhoe, dragline, dan clamshell.

c. Alat pengangkut material

Pengangkutan material dapat dibagi menjadi pengangkutan horizontal maupun vertical. Truk dan wagon termasuk dalam alat pengangkutan horizontal karena material yang diangkutnya hanya dipindahkan secara horizontal dari satu tempat ke tempat lain. Umumnya alat ini dipakai untuk pengangkutan material lepas (loose material) dengan jarak tempuh yang relative jauh. Truk maupun wagon

memerlukan alat lain yang membantu memuat material ke dalamnya. Sedangkan crane termasuk didalam kategori alat pengangkutan vertical. Material yang diangkut crane dipindahkan secara vertical dari satu elevasi yang lebih tinggi. Jarak jangkauan pengangkutan crane relative kecil.

d. *Alat pemindahan material*

Yang termasuk dalam kategori ini adalah alat yang biasanya tidak digunakan sebagai alat transportasi tetapi digunakan untuk memindahkan material dari satu alat ke alat yang lain. Loader dan dozer adalah alat pemindahan material

e. *Alat pemadatan*

Pada pekerjaan penimbunan lahan biasanya setelah dilakukan penimbunan maka pada lahan tersebut perlu dilakukan pemadatan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan permukaan yang rata dan padat. Pemadatan juga dilakukan untuk pembuatan jalan baik itu jalan tanah dan jalan dengan pengerasan lentur maupun pengerasan kayu. Yang termasuk sebagai alat pemadatan adalah tamping roller, pneumatic-tired roller, compactor, dan lain-lain.

f. *Alat pemroses material*

Alat ini dipakai untuk mengubah batuan dan material alam menjadi suatu bentuk dan ukuran yang diinginkan. Hasil dari alat ini misalnya adalah batuan bergradasi, semen, beton, dan aspal. Yang termasuk dalam alat ini adalah crusher. Alat yang dapat mencampur material untuk pembuatan beton maupun aspal dikategorikan kedalam alat pemroses material seperti concrete batch plant dan asphalt mixing plant.

g. *Alat penempatan akhir material*

Alat yang digolongkan pada kategori ini karena fungsinya, yaitu untuk menempatkan material pada tempat telah

ditentukan. Ditempat atau lokasi ini material disebarakan secara merata dan dipadatkan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Yang termasuk dalam kategori ini adalah concrete spreader, asphalt paver, motor greder, dan alat pemadat.

2. *Klasifikasi operational alat berat*

Alat-alat berat dalam pengoperasional dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain atau tidak dapat digerakkan atau statis. Jadi. Klasifikasi alat berdasarkan pergerakannya dapat dibagi atas :

a. *Alat dengan penggerak*

Alat penggerak merupakan bagian dari alat berat yang menerjemahkan hasil dari mesin menjadi kerja. Bentuk dari alat penggerak adalah crawler atau roda kelabang dan ban karet. Sedangkan belt merupakan alat penggerak pada conveyor belt. Untuk beberapa jenis alat berat seperti truk, scraper, atau motor grader, alat penggerakannya adalah ban karet. Untuk alat-alat seperti backhoe, alat penggeraknya bias salah satu dari kedua jenis tersebut. Umumnya penggunaan ban karet dijadikan pilihan karena alat berat dengan ban karet mempunyai mobilitas lebih tinggi daripada alat berat yang menggunakan crawler. Alat penggerak ban karet juga menjadi pilihan untuk kondisi permukaan yang baik. Sedangkan pada permukaan tanah yang lembek, basah atau berpori umumnya digunakan alat berat beroda crawler. Pada table 1.1 terdapat factor-faktor yang menjadi dasar pemilihan alat dengan menggunakan roda ban dan roda crawler.

b. *Alat statis*

Alat statis adalah alat berat yang dalam menjalankan fungsinya tidak berpindah tempat. Yang termasuk dalam

kategori ini adalah tower crane dan batching plant baik untuk beton maupun untuk aspal serta crusher plant.

Tabel 1.1. perbandingan antara alat beroda dan beroda crawler

Roda Ban Karet	Roda Crawler
Digunakan pada permukaan yang baik (misalnya pada beton, tanah padat)	Untuk digunakan pada bermacam-macam jenis permukaan
Bekerja baik pada permukaan yang menurun dan datar	Dapat bekerja pada berbagai permukaan
Cuaca yang basah dapat menyebabkan slip	Dapat bekerja pada tanah yang basah atau berlumpur
Bekerja baik untuk jarak tempuh yang panjang	Mempunyai jarak tempuh yang pendek
Dipakai untuk mengatasi tanah lepas	Dapat dipakai untuk mengatasi tanah keras
Kecepatan alat dalam keadaan kosong tinggi	Kecepatan alat dalam keadaan kosong rendah

C. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PEMILIHAN ALAT BERAT

Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan factor-faktor penentu. Tidak setiap alat berat dapat dipakai untuk setia proyek konstruksi. Oleh karna itu pemilihan alat berat yang tepat sangatlah diperlukan. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan di dalam pelaksanaan, biaya proyek yang membengkak, dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana.

Dalam pemilihan alat berat, ada beberapa factor yang harus diperhatikan sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari. Factor-faktor tersebut antara lain :

1. *Fungsi yang harus dilaksanakan.* Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan, dan lain-lain.
2. *Kapasitas peralatan.* Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
3. *Cara operasi.* Alat berat dipilih berdasarkan arah (horisontal atau vertical) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan dan lain-lain.
4. *Pembatasan dari metode yang dipakai.* Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya, dan pembongkaran. Selain itu metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat dapat berubah.
5. *Ekonomi.* Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan factor penting di dalam pemilihan alat berat.
6. *Jenis proyek.* Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek-proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, dam, dan lain-lain.
7. *Lokasi proyek.* Lokasi proyek juga merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.
8. *Jenis dan daya dukung tanah.* Jenis tanah di lokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat

berat yang akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi padat, lepas, keras, atau lembek.

9. Kondisi lapangan. Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan factor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

D. ALAT BERAT PADA MACAM-MACAM PROYEK KONSTRUKSI

Beberapa jenis alat berat diperlukan untuk proyek konstruksi, tetapi tidak semua jenis alat berat yang ada. Proyek seperti gedung, pelabuhan, jalan, dam, irigasi, dan lain-lain adalah beberapa contoh proyek yang menggunakan alat berat.

1. Proyek gedung

Alat berat yang umum dipakai dalam proyek gedung adalah alat pemancang tiang pondasi, alat penggali untuk penggalian besement, crane untuk pemindahan vertical, truck, concrete mixer, dan lain-lain. Concrete mixer digunakan sebagai pencampur adukan beton dan concrete mixer truck sebagai pengangkut campuran beton. Alat pemadat juga sering digunakan untuk pemadatan disekitar besement.

2. Proyek jalan

Proyek jalan pada umumnya menggunakan alat gali, truk, dozer, grader, alat pemadat, loader, dan lain-lain. Alat gali digunakan untuk menggali saluran disekitar badan jalan. Dozer berfungsi untuk mengupas tanah dan grader untuk membentuk permukaan tanah. Loader digunakan sebagai pemuat tanah kedalam truk. Untuk jalan dengan pengerasan lentur digunakan asphalt mixing plant yang berfungsi untuk mencampurkan bahan campuran aspal yang kemudian disebar, diratakan dan dipadatkan

dengan menggunakan asphalt finisher. Sedangkan untuk pengerasan kaku beton diolah dengan menggunakan concrete batching plant yang kemudian dipindahkan dengan menggunakan truck mixer.

Bahan campuran aspal yang kemudian disebar, diratakan dan dipadatkan dengan menggunakan asphalt finisher. Sedangkan untuk pengerasan kaku beton diolah dengan menggunakan concrete batching plant yang kemudian dipindahkan dengan menggunakan truck mixer.

3. Proyek Jembatan

Alat berat yang digunakan untuk proyek jembatan antara lain adalah alat pemancang tiang pondasi, alat penggali, crane, truck, concrete mixer, atau concrete mixer truck, alat pemadat, dan lain-lain.

4. Proyek Bendungan

Proyek bendungan pada umumnya menggunakan alat penggali tanah, crane, truck, concrete mixer truck, alat pemadat tanah, loader, bulldozer, grader.

BAB II

BIAYA KEPEMILIKAN DAN PENGOPRASIAN ALAT BERAT

A. PENDAHULUAN

Bonafiditas suatu perusahaan konstruksi bergantung pada aset yang dimilikinya. Salah satunya adalah alat berat. Perusahaan konstruksi yang memiliki alat berat sendiri akan sangat menguntungkan dalam memenangkan tender proyek dan menyelesaikan proyek. Meskipun demikian, memiliki alat berat memerlukan pertimbangan apakah perusahaan akan menggunakannya secara terus menerus atau tidak. Hal ini disebabkan oleh biaya yang tinggi yang terkait dengan pengadaan alat berat. Jika alat digunakan secara teratur, kepemilikan alat akan ideal, tetapi jika tidak, kepemilikan alat akan menjadi beban bagi perusahaan. Pertimbangan lain yang harus diperhatikan adalah bahwa pada umumnya suatu alat tidak bekerja sendiri, tetapi bekerja bersama alat-alat lain dalam suatu kelompok atau fleet. Jadi, perusahaan konstruksi perlu melakukan analisis untuk melihat apakah lebih menguntungkan jika memiliki suatu alat atau bermacam-macam alat atau mengadakan alat dari pihak luar.

B. SUMBER ALAT BERAT

Didalam dunia konstruksi alat-alat berat yang dipakai dapat berasal dari bermacam-macam sumber, antara lain alat berat yang dibeli oleh kontraktor, alat berat yang disewa-beli, dan alat berat yang disewa.

1. Alat Berat Yang Dibeli Oleh Kontraktor

Alat berat dapat dibeli oleh perusahaan konstruksi sebagai aset. Jika alat ini digunakan dengan benar, biaya pemakaian per jam akan sangat kecil. Selain itu, kepemilikan alat membuat perusahaan konstruksi lebih kredibel karena pemilik proyek kadang-kadang menilai kemampuan kontraktor berdasarkan alat yang mereka miliki.

2. Alat berat yang disewa-beli (leasing) oleh kontraktor

Pengadaan alat juga dapat berasal dari perusahaan leasing alat berat. Sewa-beli alat umumnya dilakukan jika pemakaian alat tersebut berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Yang dimaksud dengan sewa-beli adalah pengadaan alat dengan pembayaran pada perusahaan leasing dalam jangka waktu yang lama dan akhir masa sewa-beli tersebut alat menjadi milik pihak penyewa. Biaya pemakaian umumnya lebih tinggi daripada memiliki alat tersebut, namun terhindar dari resiko investasi alat yang besar diawal.

3. Alat Berat Yang Disewa Oleh Kontraktor

Perusahaan konstruksi juga dapat mengadakan alat berat dari perusahaan penyewaan. Alat berat yang disewa umumnya dalam jangka waktu yang tidak lama. biaya pemakaian alat berat sewa adalah yang tertinggi, akan tetapi tidak akan berlangsung lama karena penyewaan dilakukan pada waktu yang singkat. Pada metode ini juga perusahaan konstruksi terbebas dari biaya investasi alat yang cukup besar.

C. BIAYA ALAT BERAT

Biaya alat berat terdiri dari dua kategori: biaya kepemilikan alat berat dan biaya pengoprasian. Kontraktor yang memiliki alat berat harus menanggung biaya kepemilikan alat berat. Ilmu ekonomi rekayasa adalah dasar untuk perhitungan biaya kepemilikan alat berat. Uang dalam bidang ini memiliki nilai terhadap waktu. Sebagai contoh, satu juta rupiah saat ini tidak akan memiliki nilai yang sama dalam beberapa tahun mendatang. Dengan kata lain, nilai waktu uang (time value of money) Waktu (time, t) dan bunga (interest, i) menunjukkan nilai waktu terhadap uang.

1. Nilai Waktu Terhadap Uang

Dalam ilmu ekonomi rekayasa dikenal beberapa istilah yang berkaitan dengan kepemilikan alat berat, yaitu nilai pada tahun sekarang (P, Present), nilai pada n tahun yang akan datang (F, Future), nilai rangkaian seragam (A, Annual), nilai sisa asset pada akhir tahun ke-n (S, Salvage) dan jumlah tahun (n). hubungan dari istilah-istilah ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mencari nilai uang pada tahun ke-n (F) dengan mengetahui nilainya pada saat ini (P) maka menggunakan rumus :

$$F = P \times (1 + i)^n$$

$$F = P \times (FIP, i\%, n)$$

$(1 + i)^n$ adalah factor jumlah majemuk pembayaran tunggal yang dapat disimbolkan sebagai (FIP, i%, n). nilainya dapat dilihat pada lampiran 1.

- b. Untuk mencari nilai uang pada rangkaian seragam (A) selama n tahun dengan mengetahui nilainya pada saat ini (P) digunakan rumus :

$$A = P \times \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)$$

$$A = P \times (A / P, i\%, n)$$

$\left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)$ adalah factor pemulihan modal yang dapat disimbolkan sebagai $(A / P, i\%, n)$.

- c. Untuk mencari nilai uang pada rangkaian seragam (A) selama n tahun dengan mengetahui nilainya pada tahun ke-n (F) digunakan rumus :

$$A = \left(\frac{F \times i}{(1+i)^n - 1} \right)$$

$$A = F \times (A / F, i\%, n)$$

$\left(\frac{i}{(1+i)^n - 1} \right)$ adalah factor dana diendapkan dan disimbolkan dengan $(A / F, i\%, n)$.

- d. Untuk mencari nilai uang pada masa sekarang (P) dengan mengetahui nilainya pada tahun ke-n (F) dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$P = \left(\frac{F}{(1+i)^n} \right)$$

$$P = F \times (P / F, i\%, n)$$

$\left(\frac{F}{(1+i)^n} \right)$ adalah factor nilai sekarang pembayaran tunggal dan disimbolkan sebagai

$$(P / F, I\%, n).$$

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. (2016). *Standard Specifications for Transportation Materials*. Washington DC: AASHTO.
- Adrian, J. J. (1987). *Construction Productivity Improvement*. New York: Elsevier.
- Ahmad, A., & Latib, N. A. (2015). Teaching in automotive practical task: Practices in vocational colleges. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 204, 290–299. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.155>
- Asiyanto. (2008). *Manajemen Alat Berat untuk Konstruksi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- ASTM International. (2018). *Standards for Soil and Rock Testing*. Pennsylvania: ASTM.
- Barrie, D. S., & Paulson, B. C. (1992). *Professional Construction Management*. New York: McGraw-Hill.
- Basri, A. Q., MD Yasir, A. S. H., Awang Zainal, A. Z., Peng, J., Mohamed, N. M. Z. N., Raji, M. N. A., Nelfiyanti, N., & Othman, M. A. (2025). A potential electric vehicle curriculum development argument in Malaysia based on database analysis: A review. *Cogent Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2453268>
- Bernstein, G. W. (2013). *Electric Vehicle Service Personnel Training Program*. Technical Report.

- Bina Marga. (2018). *Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Bowles, J. E. (1996). *Foundation Analysis and Design*. New York: McGraw-Hill.
- Bowles, J. E. (1997). *Engineering Properties of Soils and Their Measurement*. New York: McGraw-Hill.
- Braja M. Das. (2013). *Advanced Soil Mechanics*. New York: Taylor & Francis.
- Caterpillar Inc. (2019). *Caterpillar Performance Handbook*. Illinois: Caterpillar Inc.
- Cavus, M., Dissanayake, D., & Bell, M. (2025). Next generation of electric vehicles: AI-driven approaches for predictive maintenance and battery management. *Energies*, 18(5). <https://doi.org/10.3390/en18051041>
- Clough, R. H., Sears, G. A., & Sears, S. K. (2005). *Construction Project Management*. New Jersey: Wiley.
- Coduto, D. P. (2001). *Foundation Design: Principles and Practices*. New Jersey: Prentice Hall.
- Craig, R. F. (2004). *Craig's Soil Mechanics*. London: Spon Press.
- Çetin, İ., Sezici, E., Karabulut, M., Avci, E., & Polat, F. (2023). A comprehensive review of battery thermal management systems for electric vehicles. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering*, 237(3), 989–1004. <https://doi.org/10.1177/09544089221123975>

- Dahalan, F., Alias, N., & Shaharom, M. S. N. (2024). Gamification and game based learning for vocational education and training: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 29(2), 1279–1317. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11548-w>
- Das, B. M. (2010). *Principles of Geotechnical Engineering*. Stamford: Cengage Learning.
- Day, D. A. (1998). *Construction Equipment Guide*. New York: McGraw-Hill.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Standar Analisa Harga Satuan Pekerjaan*. Jakarta: PU.
- Dipohusodo, I. (1996). *Manajemen Proyek dan Konstruksi*. Yogyakarta: Kanisius.
- Djojowirono, S. (1984). *Manajemen Konstruksi*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.
- Dwiyanti, V., & Ridwan, D. (2024). Industry and vocational school collaboration: Preparing an excellent and industry-needed workforce. *TVET Online Asia*, 21.
- Ervianto, W. I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- FHWA. (2017). *Earthwork and Grading Engineering*. Washington DC: Federal Highway Administration.
- Flanagan, R., & Norman, G. (1993). *Risk Management and Construction*. Oxford: Blackwell.
- Gransberg, D. D., Popescu, C. M., & Ryan, R. C. (2006). *Construction Equipment Management for Engineers, Estimators, and Owners*. Boca Raton: CRC Press.

- Halpin, D. W. (2006). *Construction Management*. New Jersey: Wiley.
- Hamilton, J. (2011). *Green Jobs: Electric Vehicles Careers in Electric Vehicles*. Career Training Report.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2011). *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Harris, F., & McCaffer, R. (2013). *Modern Construction Management*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Hendrickson, C. (2000). *Project Management for Construction*. Pittsburgh: Carnegie Mellon University.
- Hinze, J. (2011). *Construction Planning and Scheduling*. New Jersey: Pearson.
- Hitachi Construction Machinery. (2019). *Excavator Operation and Maintenance Guide*. Tokyo: Hitachi.
- Hoang Dang, V., & Thuy Nguyen, T. (2023). Designing a model of strategic partnership between the vocational skills development system and industry: Case study in Vietnam. *TVET Online Asia*, 21.
- Holtz, R. D., & Kovacs, W. D. (1981). *An Introduction to Geotechnical Engineering*. New Jersey: Prentice Hall.
- Hu, J., Lin, Y., Li, J., Hou, Z., Chu, L., Zhao, D., Zhou, Q., Jiang, J., & Zhang, Y. (2024). Performance analysis of AI-based energy management in electric vehicles: A case study on classic reinforcement learning. *Energy Conversion and Management*, 300. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117964>

- Hillebrandt, P. M. (2000). *Economic Theory and the Construction Industry*. London: Macmillan.
- Husen, A. (2011). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi Offset.
- International Labour Organization. (2015). *Safety and Health in Construction*. Geneva: ILO.
- Jalinus, N., Syahril, & Nabawi, R. A. (2019). A comparison of the problem-solving skills of students in PjBL versus CPjBL model: An experimental study. *Journal of Technical Education and Training*, 11(1), 36–43.
<https://doi.org/10.30880/jtet.2019.11.01.005>
- John Deere. (2018). *Construction Equipment Fundamentals*. Illinois: Deere & Company.
- Kalhor, A., Dykas, J., Rodak, K., & Grajcar, A. (2025). Materials and constructional design for electric vehicles: A review. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 19(1), 178–196.
<https://doi.org/10.12913/22998624/195457>
- Kementerian PUPR. (2020). *Pedoman Penggunaan Alat Berat pada Proyek Konstruksi*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Kerzner, H. (2017). *Project Management: A Systems Approach*. New Jersey: Wiley.
- Komatsu Ltd. (2020). *Komatsu Equipment Handbook*. Tokyo: Komatsu Ltd.
- Li, H., Khattak, S. I., Lu, X., & Khan, A. (2023). Greening the way forward: A qualitative assessment of green technology integration and prospects in a Chinese technical and vocational institute. *Sustainability*, 15(6).
<https://doi.org/10.3390/su15065187>

- Liebherr Group. (2021). *Earthmoving Equipment Manual*. Switzerland: Liebherr.
- Makgato, M., & Moila, O. (2019). Partnerships between TVET colleges and industry to enhance work-related skills. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 13(3), 332–337.
- Mariah, S., Sari, A. S., Kaharsyah, A., & Saraswati, P. (2025). The role of industry partnerships in advancing vocational training programs: Challenges and opportunities. *The Journal of Academic Science*, 2(2).
- Mochtar, I. B. (2000). *Teknik Pemindahan Tanah Mekanis*. Surabaya: ITS Press.
- Nichols, H. L., & Day, D. A. (1999). *Moving the Earth: The Workbook of Excavation*. New York: McGraw-Hill.
- Nilsson, M., & Nykvist, B. (2016). Governing the electric vehicle transition – Near term interventions to support a green energy economy. *Applied Energy*, 179, 1360–1371. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.03.056>
- Noval, R., Sumarsono, D., Adhitya, M., Tullah, M., Zainuri, F., Todaro, M., Filzi, R., Rahmiati, T., & Yusyama, A. (2025). A review: Comprehensive analysis of fast charging technology and DC-DC converter in electric vehicle development: Challenges and future prospects. *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XXII 2024*, 364–370. <https://doi.org/10.71452/590810>
- Nunnally, S. W. (2010). *Construction Methods and Management*. New Jersey: Pearson.
- Oberlender, G. D. (2014). *Project Management for Engineering and Construction*. New York: McGraw-Hill.

- Oglesby, C. H., Parker, H. W., & Howell, G. A. (1989). *Productivity Improvement in Construction*. New York: McGraw-Hill.
- Omar, M., & Kamaruzaman, F. M. (2024). Technical and vocational education training and industry collaboration: A bibliometric review. *Journal of Education and Learning*, 18(4), 1582–1592. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v18i4.21120>
- Pavlova, M. (2019). Emerging environmental industries: Impact on required skills and TVET systems. *International Journal of Training Research*, 17(sup1), 144–158. <https://doi.org/10.1080/14480220.2019.1639276>
- Peter, H. (2024). *Integrating ADAS Technologies to Optimize Electric Vehicle Performance and Safety*. Research Report.
- Peterson, S. (2009). *Construction Accounting and Financial Management*. New Jersey: Pearson.
- Peurifoy, R. L., Schexnayder, C. J., & Schmitt, R. L. (2011). *Construction Planning, Equipment, and Methods*. New York: McGraw-Hill.
- Pilcher, R. (1992). *Principles of Construction Management*. London: McGraw-Hill.
- PT Pindad. (2019). *Manual Operasional Excavator dan Loader*. Bandung: PT Pindad.
- Rochmanhadi. (1992). *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Rostiyantri, S. F. (2008). *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Rusli, N. A. (2024). A comparative analysis of technical and vocational education and training (TVET) for special needs students in

Malaysia and Hungary. *Online Journal for TVET Practitioners*, 9(1). <https://doi.org/10.30880/ojtp.2024.09.01.002>

Sakai, M. (2017). *Heavy Equipment Operation*. Tokyo: Engineering Press.

Salakiya, H., Raman, R., & Garg, A. (2025). Optimizing EV battery performance and mileage: A comprehensive review of immersion cooling systems for thermal management. *Smart Cities and Sustainable Manufacturing: Innovations for a Greener Future*, 409–433. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-26474-0.00015-4>

Schaufelberger, J. E. (2019). *Construction Equipment Management*. New York: Routledge.

Schexnayder, C. J., & Mayo, R. E. (2004). *Construction Management Fundamentals*. New York: McGraw-Hill.

Smith, G. N. (2006). *Elements of Soil Mechanics*. Oxford: Blackwell Publishing.

SMT. (2021). *Vocational Skills Gap Assessment and Workforce Development Plan*. Skills Development Report.

SNI 1726:2019. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa*. Jakarta: BSN.

SNI 2835:2008. (2008). *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Tanah*. Jakarta: BSN.

SNI 8460:2017. (2017). *Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta: BSN.

Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.

- Suryadharma, H., & Wigroho, H. Y. (1998). *Alat Berat*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Tenriajeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarma.
- Umair, M., Hidayat, N. M., Nik Ali, N. H., M Nasir, N. S., Hakomori, T., & Abdullah, E. (2024). A review of Malaysia's current state and future in electric vehicles. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 12(4), 1–22. <https://doi.org/10.13044/j.sdewes.d12.0521>
- United Tractors. (2020). *Panduan Operasional Alat Berat*. Jakarta: PT United Tractors Tbk.
- Vdovic, H., Babic, J., & Podobnik, V. (2019). Automotive software in connected and autonomous electric vehicles: A review. *IEEE Access*, 7, 166365–166379. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2953568>
- Volvo Construction Equipment. (2018). *Volvo CE Operator Manual*. Gothenburg: Volvo CE.
- Wang, Z. (2024). Battery swapping of new energy vehicles. In *Annual Report on the Big Data of New Energy Vehicle in China (2022)* (pp. 223–258). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6411-6_6
- Yunos, S. (2024). The challenge of skilled labour in Malaysia's energy and EV transition. *New Straits Times*.
- Zulkifli, Z. (2023). Kurang tenaga kerja mahir, tempoh pembaikan EV makan masa lebih lama. *Mekanika*.

PEMINDAHAN TANAH MEKANIS/ ALAT BERAT

Materi dalam buku ini membahas berbagai konsep dasar yang penting, mulai dari sifat dan jenis tanah, pemilihan alat berat, sumber alat berat, biaya kepemilikan dan operasional, hingga pembahasan berbagai jenis alat seperti dozer, scraper, motor grader, loader, truk, crane, dan excavator. Selain itu, buku ini juga dilengkapi dengan contoh-contoh perhitungan praktis agar mahasiswa maupun praktisi lebih mudah memahami penerapan teori di lapangan. Pembahasan biaya alat berat juga menekankan pentingnya nilai waktu uang, depresiasi, dan efisiensi alat sebagai dasar pengambilan keputusan dalam proyek konstruksi.

Buku ini disusun dengan harapan dapat membantu mahasiswa, dosen, praktisi konstruksi, serta pihak lain yang membutuhkan pemahaman mengenai manajemen alat berat dalam pekerjaan konstruksi. Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki kekurangan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan pada edisi berikutnya.



CV. Tahta Media Group
Sukoharjo, Jawa Tengah
Web : www.tahtamedia.co.id
Ig : tahtamedia group
Telp/WA : +62 896 5427 3996

