

ANALISIS METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN PENGECORAN DENGAN READY MIX (STUDI KASUS: PEMBANGUNAN MALL PELAYANAN PUBLIK TABANAN)

**[Analysis Of Casting Work Implementation Methods Using Ready Mix
(Case Study: Construction Of The Tabanan Public Service Mall)]**

**I Putu Yana Hermawan^{1)*}, I Gede Angga Diputera²⁾, I Gusti Agung Ayu Istri Lestari³⁾,
I Gede Widiantara Putra⁴⁾**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mahasaraswati Denpasar

yanahermawan@unmas.ac.id (corresponding)

ABSTRAK

Pekerjaan struktur, terutama dalam proses pengecoran, memegang peranan penting. Salah satu metode yang dapat dipakai adalah pengecoran dengan beton *ready mix*, karena efisiensi waktu yang lebih baik dari metode konvensional. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui tahapan, spesifikasi dan persyaratan teknis pada pelat lantai 2. Studi kasus pada kegiatan Pembangunan Mall Pelayanan Publik Tabanan yang berlokasi di Banjar Anyar, Kecamatan Kediri, Kabupaten Tabanan. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode kuantitatif, data yang digunakan adalah Rencana Anggaran Biaya (RAB) dianalisis untuk mendapatkan uraian pekerjaan dan volume, Gambar rencana digunakan untuk pembuatan gambar kerja, *Time schedule* digunakan sebagai acuan dalam durasi pekerjaan, Analisa Harga Satuan Pekerjaan digunakan untuk mendapatkan koefisien sumber daya dan harga sumber daya. Dari data uraian pekerjaan diperoleh tahapan kegiatan, gambar rencana menghasilkan gambar kerja, *Time schedule* menghasilkan durasi pekerjaan. Hasil dari penelitian mendapatkan dalam tahapan pekerjaan pengecoran dengan *ready mix* pada pelat lantai 2 pada pekerjaan *scaffolding* terdapat 5 tahapan kegiatan, pekerjaan bodeman 3 tahapan kegiatan, pekerjaan bekisting balok B1 30 x 50 cm dan bekisting balok B2 25 x 35 cm terdapat 4 tahapan kegiatan, pekerjaan pemasangan balok B1 dan balok B2 terdapat 3 tahapan kegiatan, pekerjaan bekisting dengan pelat bondek terdapat 5 tahapan kegiatan, pekerjaan pemasangan wiremesh terdapat 3 tahapan kegiatan, pekerjaan pengecoran dengan *ready mix* pada pelat lantai 2 terdapat 3 tahapan kegiatan.

Kata kunci: Metode Pelaksanaan; Proyek; Ready mix

ABSTRACT

Structural work, especially in the casting process, plays an important role. One of the methods that can be used is casting with ready mix concrete, because of the better time efficiency than conventional methods. The purpose of this study is to find out about the stages, specifications and technical requirements on the 2nd floor plate. A case study on the construction of the Tabanan Public Service Mall located in Banjar Anyar, Kediri District, Tabanan Regency. The research method used is a quantitative method, the data used is the Cost Budget Plan (RAB) analyzed to obtain the description of the work and volume, the plan drawing is used for the creation of work drawings, the time schedule is used as a reference in the duration of the work, the Unit Price Analysis of Work is used to obtain the resource coefficient and resource price. From the job description data, the stages of the activity are obtained, the plan drawings produce work drawings, and the time schedule produces the duration of the work. The results of the study obtained that in the stages of casting work with ready mix on the 2nd floor plate in scaffolding work there are 5 stages of activities, bodeman work 3 stages of activities, B1 beam formwork 30 x 50 cm and B2 beam formwork 25 x 35 cm there are 4 stages of activities, B1 beam and B2 beam ironing work there are 3 stages of activities, Formwork with bondek plates has 5 stages of activities, wiremesh ironing work has 3 stages of activities, casting work with ready mix on the 2nd floor plate has 3 stages of activities.

Keywords: Implementation Method; Project; Ready mix

PENDAHULUAN

Proyek adalah kegiatan yang dirancang untuk diselesaikan dengan batas waktu tertentu, kegiatan ini memiliki sifat yang kompleks dan tidak berulang serta dibatasi oleh waktu, anggaran, sumber daya, dan spesifikasi khusus terkait hasil yang ingin dicapai. Menurut Nurhayati (2010), proyek dapat didefinisikan sebagai upaya atau kegiatan yang terstruktur bertujuan untuk mencapai tujuan, sasaran, dan harapan tertentu dengan memanfaatkan sumber daya dan anggaran yang ada yang harus diselesaikan dalam waktu yang sudah disepakati. Sebuah proyek dapat dianggap berhasil jika mampu memenuhi ketepatan biaya, mutu dan waktu sesuai dengan yang telah ditentukan atau direncanakan. Menurut Ervianto (2005) tahapan pelaksanaan konstruksi bertujuan untuk mewujudkan bangunan sesuai dengan keinginan pemilik, berdasarkan rancangan yang dirancang oleh konsultan perencana. Proses ini harus dilakukan dalam batas anggaran dan waktu yang disepakati dan memenuhi standar mutu yang ditentukan.

Pada proyek konstruksi juga memperhatikan metode pelaksanaan konstruksi dalam pelaksanaannya. Metode pelaksanaan konstruksi adalah serangkaian langkah yang pasti dan teknik yang berkaitan dengan ketersediaan sumber daya yang diperlukan serta keadaan lapangan, dengan tujuan untuk mencapai pelaksanaan yang efektif dan efisien. Menurut Jawat (2017), untuk mencapai tujuan dari pelaksanaan konstruksi dan menghasilkan produk berupa bangunan fisik yang nyata, diperlukan metode yang tepat dalam proses pelaksanaannya. Berikut adalah beberapa jenis-jenis metode pelaksanaan yang sering digunakan, (Permen PUPR No.28/PRT/M/2016) yaitu:

1. Metode konvensional pendekatan ini mengandalkan peralatan manual dan teknik tradisional dalam proses pengerjaan, dengan tahapan konstruksi yang dilakukan secara bertahap di lokasi proyek.
2. Metode cepat dalam pelaksanaan proyek konstruksi adalah pendekatan yang memanfaatkan material prefabrikasi atau yang telah diproduksi sebelumnya, seperti panel beton, dinding pracetak, maupun struktur baja, sehingga proses pembangunan dapat dilakukan dengan lebih efisien.
3. Metode modular adalah teknik pelaksanaan proyek konstruksi yang memanfaatkan unit-unit bangunan atau modul yang telah diproduksi di pabrik sebelumnya. Dengan metode ini, proses pembangunan dapat berlangsung lebih cepat dan efisien, karena modul yang sudah jadi dapat langsung dirakit di lokasi konstruksi.

Metode pelaksanaan proyek konstruksi biasanya dalam memilih beberapa alternatifnya dipengaruhi oleh hal-hal seperti desain bangunan, medan atau lokasi pekerjaan, ketersediaan dari tenaga kerja, bahan, dan peralatan. Karena dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut, terkadang metode pelaksanaan hanya memiliki pilihan yang cukup terbatas. (Asiyanto, 2010).

Pada proyek konstruksi, terkait dengan metode pelaksanaan pengecoran juga tidak kalah penting didalam keberhasilan proyek konstruksi. Pengecoran beton dilakukan setelah seluruh pekerjaan struktur dan pemasangan bekisting selesai dengan memastikan bahwa bekisting terpasang kuat, rapat, dan bersih dari kotoran yang dapat mempengaruhi kualitas beton. Proses pengecoran meliputi penuangan beton ke dalam cetakan atau bekisting, baik menggunakan alat berat seperti bucket maupun melalui pipa menggunakan concrete pump. Setelah beton dituangkan, dilakukan proses penggetaran untuk memadatkan beton dan menghilangkan rongga udara agar beton lebih homogen dan kuat. Penggetaran dapat dilakukan menggunakan alat penggetar (vibrator). Setelah proses tersebut, permukaan beton diratakan dan dijaga kelembapannya hingga beton mengeras dengan sempurna (Mulyono, 2004).

Menurut Nastiti (2004), beton *ready mix* merupakan beton yang proses pencampuran materialnya dilakukan di perusahaan *batching plant*, kemudian diangkut menggunakan *truk mixer* ke lokasi proyek dalam kondisi masih segar. Dibandingkan dengan beton *site mix*, penggunaan beton *ready mix* lebih menguntungkan dalam konstruksi bangunan karena menghilangkan waktu yang biasanya diperlukan untuk proses pencampuran, sehingga tenaga kerja hanya fokus pada tahap pengecoran beton. Keuntungan menggunakan beton *ready mix* dapat di lihat dari segi sebagai berikut:

1. Mutu

Kualitas beton yang sudah terjamin, produksi beton *ready mix* dilakukan di pabrik khusus dengan diawasi tenaga ahli dan penggunaan mesin otomatis untuk mengukur material secara presisi sesuai

standar mutu yang diminta konsumen. Proses terstandarisasi ini menjamin konsistensi kualitas dan akurasi campuran beton sesuai kebutuhan proyek.

2. Waktu

Efisiensi waktu, proses pembuatan beton ready mix jauh lebih cepat dibanding metode konvensional, karena tahap pencampuran material telah diselesaikan di pabrik. Hal ini mempercepat alur kerja di lapangan, sehingga durasi penyelesaian proyek dapat dipersingkat secara signifikan.

3. Lahan

Praktis untuk lahan terbatas, beton *ready mix* ideal digunakan di lokasi proyek dengan keterbatasan ruang, seperti area perkotaan yang padat atau lokasi dengan lahan sempit. Metode ini menghilangkan kebutuhan penyimpanan material (seperti pasir, semen, atau agregat) di lokasi, sehingga menghemat ruang dan mengurangi risiko tumpukan material yang tidak tertata.

Kekurangan penggunaan beton *ready mix* yaitu :

1. Risiko kelebihan volume beton, jika terjadi kesalahan perhitungan volume pengecoran yang mengakibatkan kelebihan campuran beton, pihak konsumen bertanggung jawab secara finansial atas kelebihan material tersebut. Artinya, biaya beton yang tidak terpakai tetap menjadi beban pemesan
2. Gangguan logistik pengiriman, keterlambatan pengiriman beton ke lokasi proyek dapat terjadi akibat masalah logistik, seperti kemacetan lalu lintas selama perjalanan atau kerusakan teknis pada truk mixer. Hal ini berpotensi mengganggu jadwal pengecoran dan memengaruhi progres proyek secara keseluruhan.
3. Persyaratan akses jalan proyek, truk pengangkut beton ready mix memerlukan akses jalan yang memadai, terutama lebar jalan yang cukup, untuk mencapai lokasi pengecoran. Jika akses sempit atau tidak memenuhi syarat, proses pengiriman beton bisa terhambat, terutama di area proyek dengan lingkungan terbatas.

Dalam suatu pekerjaan pengecoran, peran ketersediaan peralatan juga mempengaruhi keberhasilan proyek. Peralatan tersebut digunakan untuk mendukung proses pengecoran beton pemilihan dan penggunaannya disesuaikan dengan yang kebutuhan di lapangan.

1. Pemilihan peralatan untuk suatu proyek harus disesuaikan dengan kondisi lapangan agar dapat beroperasi secara optimal dan efisien (Rostiyanti, 2008). Beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan ini meliputi: spesifikasi alat yang disesuaikan dengan jenis pekerjaan, seperti pemindahan tanah, penggalian, produksi agregat, dan penempatan beton; syarat-syarat kerja serta rencana kerja yang tercantum dalam kontrak; serta kondisi lapangan, seperti keadaan tanah dan keterbatasan lahan.
2. Jenis peralatan yang digunakan dalam proses pengecoran untuk konstruksi gedung bertingkat di lapangan mencakup *truck mixer* dan *concrete pump*. Masing-masing peralatan tersebut memiliki spesifikasi, tingkat produktivitas dan metode pengecoran yang berbeda.

Sumber daya atau tenaga kerja, yang menjadi faktor penting dalam penentu keberhasilan suatu proyek yang harus memiliki keterampilan, dan keahlian yang sesuai dengan kebutuhan. Perencanaan sumber daya manusia atau tenaga kerja suatu proyek juga memperhitungkan perkiraan jenis, waktu, dan lokasi proyek, baik dari segi kualitas maupun kuantitas (Husen, 2009). Produktivitas (P_1) yang harus dicapai bergantung pada durasi (d) yang dibutuhkan. Untuk menentukan komposisi sumber daya manusia dalam setiap jenis pekerjaan yang akan dilakukan guna mencapai produktivitas (P_1) dalam durasi (d) tertentu (Kamarwan, 1998).

Biaya merupakan jumlah uang yang harus dikeluarkan dalam proyek konstruksi kepada pihak penyedia jasa (kontraktor) untuk membangun suatu bangunan dengan perlengkapan yang telah ditetapkan. Jumlah biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan tergantung dengan jumlah sumber daya yang digunakan dalam proyek konstruksi.

Dalam proyek konstruksi, sumber daya kegiatan dikategorikan ke dalam tiga aspek utama yang dikenal sebagai 3M, yaitu sumber daya manusia (*man*), bahan (*material*), dan peralatan (*machine*). Pengelolaan sumber daya tersebut memerlukan sistem manajemen yang efektif agar dapat digunakan secara optimal, sehingga efisiensi dan produktivitas proyek dapat tercapai.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini penulis menggunakan metode kuantitatif deskriptif. Metode kuantitatif deskriptif adalah pendekatan digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan cara mengumpulkan data, menyusunnya, mengolah, dan menganalisisnya untuk mendapatkan hasil akhir. Secara umum, metode deskriptif dibagi menjadi dua jenis, yaitu metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif dan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kualitatif menghasilkan data dalam bentuk kata-kata tertulis atau lisan dari individu serta gambaran objek yang dapat diamati. Sementara itu, pendekatan kuantitatif memungkinkan pencatatan dan analisis data dalam bentuk angka yang kemudian dihitung. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan data kuantitatif untuk mengetahui metode pelaksanaan tahapan dan persyaratan teknis, waktu pelaksanaan, serta biaya pengecoran menggunakan ready mix pada plat lantai 2.

1) Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung dari objek penelitian melalui sumber utama, dengan proses pengumpulan data yang dilakukan langsung di lapangan.

2) Data Sekunder

Adapun data sekunder yang penulis gunakan pada penelitian ini yaitu:

- a. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
- b. Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS)
- c. Daftar Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)
- d. Gambar Rencana
- e. *Time Schedule*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi dan persyarat teknis untuk pengecoran dengan *ready mix* pada pelat lantai 2 seperti berikut:

A. Pekerjaan Perancah

Pada pekerjaan perancah, kegiatan dimulai dengan pemasangan scaffolding. Tahap pertama adalah melakukan persiapan dan menghitung kebutuhan scaffolding. Sebelum pemasangan dilakukan, lantai kerja harus sudah dicor agar permukaan datar dan dapat menjadi tumpuan dari scaffolding. Setelah itu, dilakukan perhitungan kebutuhan scaffolding berdasarkan luas bangunan yang dibagi dengan luas satu set scaffolding. Scaffolding yang digunakan harus dipastikan dalam kondisi baik agar mampu menahan beban di atasnya secara maksimal. Ukuran main frame yang digunakan memiliki tinggi 1,7 meter dan lebar 1,2 meter, sedangkan leader frame memiliki tinggi 0,9 meter dan lebar 1,2 meter.

Tahapan berikutnya adalah pengadaan scaffolding. Pengadaan dilakukan melalui pihak penyewa dengan jumlah yang disesuaikan berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan scaffolding di lapangan. Setelah scaffolding tersedia, dilakukan pemasangan mulai dari menempatkan jack base pada bagian bawah main frame dengan tinggi 0,6 meter, di mana satu set scaffolding membutuhkan empat jack base. Ketinggian dapat diatur dengan memutar drat pada jack base. Kemudian, pasang cross pada main frame dan kunci bagian tersebut agar tidak mudah lepas. Panjang cross brace yang digunakan adalah 2,2 meter. Setelah itu, pasang U-head di bagian atas main frame dengan tinggi 0,6 meter. Satu set scaffolding menggunakan empat U-head, dan ketinggiannya dapat disesuaikan dengan memutar drat untuk mendapatkan elevasi yang sesuai rencana.

Selanjutnya adalah pemasangan bodeman, yang dimulai dengan menghitung kebutuhan bahan untuk bodeman seperti kayu lokal 8x12 cm, kayu 5–12 cm, dan kayu usuk 3x5 cm yang disesuaikan dengan volume pekerjaan. Kemudian dilakukan pengadaan bahan yang akan digunakan serta memastikan scaffolding sudah terpasang dengan benar. Pada tahap pemasangan, balok kayu dipasang di atas U-head dengan ukuran 8/12 cm dan panjang 4 meter. Balok tersebut dipaku agar tidak lepas dan diposisikan sejajar dengan arah grid. Setelah itu, pasang usuk yang berlawanan arah dengan balok utama dengan jarak antar-usuk sekitar 50 cm, kemudian paku pada balok kayu grid untuk memperkuat struktur bodeman.

B. Pekerjaan Balok

Pekerjaan balok diawali dengan bekisting balok. Tahap pertama yaitu menghitung kebutuhan bahan seperti plywood tebal 9 mm, balok kayu kelas III, paku ukuran 5, 7 10 dan 12 cm, dan minyak bekisting. Volume kebutuhan bahan dihitung dengan mengalikan koefisien setiap material terhadap volume pekerjaan. Selanjutnya dilakukan pengadaan dan persiapan bahan yang akan digunakan untuk bekisting, dengan memastikan seluruh bahan sudah tersedia di lapangan dan bodeman sudah siap dipasang.

Tahap berikutnya adalah memastikan ukuran bekisting sesuai gambar kerja. Panjang dan lebar balok diukur berdasarkan gambar kerja, kemudian diberikan tanda garis pada triplek agar proses pemotongan lebih mudah. Ukuran balok B1 yang digunakan adalah 30×50 cm dengan panjang bentang 6 meter. Setelah itu dilakukan pemotongan plywood dan kayu menggunakan mesin pemotong atau gergaji sesuai ukuran balok. Triplek plywood yang digunakan memiliki ketebalan 9 mm, dan pemotongan dilakukan mengikuti garis tanda yang sudah dibuat.

Setelah bahan siap, dilakukan penggabungan bekisting dengan paku, di mana triplek dan kayu disatukan menggunakan paku berukuran 3 dan 5 cm dengan jarak antar paku 5 sampai 10 cm agar hasil sambungan kuat. Setelah semua panel bekisting siap, dilakukan pemasangan bekisting di atas bodeman sesuai gambar kerja. Bekisting dipasang dengan tambahan penyangga di kedua sisi untuk menahan tekanan samping selama pengecoran berlangsung dan memastikan bekisting tidak bergeser.

C. Beton Ready Mix

Pada pekerjaan beton ready mix, tahap pertama adalah pengecekan bekisting. Pastikan bekisting telah terpasang dengan kuat dan tidak terdapat kotoran atau sisa bahan lain sebelum pengecoran dimulai. Tahap berikutnya yaitu mempersiapkan alat yang akan digunakan seperti cangkul untuk menarik beton dari pipa, vibrator, dan tulud untuk meratakan permukaan beton.

Selanjutnya dilakukan pengecoran balok dan plat lantai. Saat truck mixer tiba, dilakukan uji slump dengan tinggi antara 8–12 cm untuk memastikan kekentalan sesuai standar. Jika hasil uji sesuai, truck mixer diarahkan ke truck pompa untuk menyalurkan beton ke area pengecoran. Truck pompa kemudian mengarahkan pipa ke lokasi pengecoran, dan beton dari pipa tersebut diratakan menggunakan cangkul serta penggaruk agar permukaan merata.

Penambahan pipa truck pompa dilakukan untuk menjangkau seluruh area pengecoran. Pemadatan beton dilakukan menggunakan vibrator agar tidak ada rongga udara dan ketebalan beton tercapai sesuai rencana. Setelah satu truck mixer selesai menuang beton ke pompa, truck berikutnya segera masuk ke lokasi untuk melanjutkan pengecoran secara bergantian hingga seluruh plat lantai dua selesai. Pengecoran harus dilakukan secara terus-menerus tanpa jeda agar tidak terjadi sambungan dingin (*cold joint*) dan tidak boleh dilakukan saat kondisi hujan deras.

Waktu pelaksanaan pekerjaan pengecoran dengan *ready mix* pada pelat lantai 2

Hasil waktu pelaksanaan pengecoran dengan *ready mix* pada pelat lantai 2 yang direncanakan dari kontarktor yaitu 8 minggu setelah dilakukan analisis oleh penulis didapatkan untuk pekerjaan pengecoran dengan *ready mix* pada pelat lantai 2 yaitu 5 minggu.

Biaya pekerjaan pengecoran dengan *ready mix* pada pelat lantai 2

Hasil dari biaya pekerjaan pengecoran dengan *ready mix* pada pelat lantai 2 yang direncanakan dari rencana anggaran biaya dari kontraktor yaitu Rp. 639.550.695,00 setelah dilakukan analisis oleh penulis didapatkan yaitu Rp. 608.918.874,87.

PENUTUP

Simpulan

Hasil analisis penelitian ini dapatkan tahapan pelaksanaan pekerjaan pengecoran menggunakan *ready mix* pada pelat lantai 2 terdiri dari beberapa kegiatan. Untuk pekerjaan scaffolding, terdapat 5 tahapan kegiatan. Pekerjaan bodeman memiliki 3 tahapan kegiatan. Pekerjaan bekisting untuk balok B1 berukuran 30×50 cm mencakup 4 tahapan kegiatan, sedangkan pekerjaan pembesian balok B1 juga terdiri dari 3 tahapan kegiatan. Pekerjaan bekisting untuk balok B2 berukuran 25×35 cm

memiliki 4 tahapan kegiatan, dan pekerjaan pembesian balok B2 terdiri dari 3 tahapan kegiatan. Pekerjaan bekisting pelat lantai dengan di-deck tebal 0,75 mm mencakup 5 tahapan kegiatan, sementara pekerjaan pembesian wiremesh terdiri dari 3 tahapan kegiatan. Terakhir, pekerjaan pengecoran dengan ready mix pada pelat lantai 2 juga memiliki 3 tahapan kegiatan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar menganalisis pekerjaan pengecoran dengan metode pelaksanaan yang lainnya sehingga mendapat perbandingan biaya, mutu dan waktu dari beberapa metode yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. (2010). Manajemen Produksi Untuk Jasa Konstruksi, PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- Ervianto, W. I. (2005). Manajemen proyek konstruksi-edisi revisi. Manajemen Proyek Konstruksi-Cipta. Edisi Revisi.
- Ervianto, W. I. (2005). Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Andi.
- Husen, A. (2009). Manajemen Proyek: Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek. Yogyakarta: Andi.
- Jawat, IW. (2017). Pengendalian Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Proyek Pembangunan Hotel. Bali: Jurnal Paduaksa.
- Kamarwan, M. (1998). Manajemen Sumber Daya Manusia Proyek Konstruksi. Bandung: Penerbit ITB.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Mulyono, T. (2004). Teknologi Beton. Yogyakarta: Andi.
- Nastiti, P.L. (2004). Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan PengecoranBaton Readymix Pada Kolom Dengan Cara Manual, Lift Cor, Concrete Pump dan Tower Crane.
- Nurhayati. (2010). Manajemen Proyek. Jakarta: Penerbit Universitas Terbuka.
- Rostiyanti, S. (2008). Alat Berat untuk Proyek Konstruksi. Jakarta: Rineka Cipta.