

## MATHEMATIC MODELLING OF CONCRETE PUMP PRODUCTIVITY ON THE CONCRETE WORK OF CONSTRUCTION PROJECT IN PALANGKA RAYA

### PEMODELAN MATEMATIS PRODUKTIVITAS *CONCRETE PUMP* PADA PEKERJAAN BETON PROYEK KONSTRUKSI DI PALANGKA RAYA

Yulin Patrisia<sup>1)</sup>, Revianti Coenraad<sup>2)</sup>

<sup>1), 2)</sup> Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Universitas Palangka Raya  
Kampus Unpar Tunjung Nyaho Jl. H. Timang, 73111A

e-mail: yulinpatrisia@yahoo.com

#### ABSTRACT

The physical activities in Central Kalimantan Province especially Palangka Raya in the recent years indicates a good development and is cathed by the construction entrepreneur as one of good business opportunities, one of which is ready-mix-concrete company which produce fresh concrete. With this company, the concreting of high building can be done faster with stable concrete quality. In the field, the use of ready mix concrete for high building is equipped with a concrete pump. Concrete pump is an equipment to pump concrete to concreting location, mainly to a location difficult to reach by mixer truck. With concrete pump, concreting can be done faster. However, its productivity depends on the distance and the height of the location, beside the concrete quality itself. The research on concrete pump productivity on the concreting of construction project in Palangka Raya aims to make a mathematic model that is able to predict the relationship between concrete pump productivity and distance and height of the location of concreting. The result shows that there is a strong relationship between productivity with horizontal concreting, which is modelled by the formula (a)  $Y = 0.642 - 0.09 X1 + \varepsilon$ , where  $Y$  = productivity ( $m^3/min$ ),  $X1$  = distance (m),  $\varepsilon$  = error; (b)  $Y = 0.628 - 0.09 X1 - 0.07 X2 + \varepsilon$ , where  $Y$  = productivity ( $m^3/min$ ),  $X1$  = distance (m),  $X2$  = height (m),  $\varepsilon$  = error

**Keywords:** concrete pump, productivity

#### ABSTRAK

Kegiatan pembangunan fisik di Provinsi Kalimantan Tengah khususnya kota Palangka Raya pada beberapa tahun terakhir menunjukkan perkembangan yang cukup baik, hal tersebut mulai ditangkap oleh para pengusaha di bidang konstruksi sebagai suatu peluang usaha yang baik, salah satunya adalah perusahaan beton siap pakai (*ready mix concrete*) yang memproduksi beton segar. Dengan adanya perusahaan beton siap pakai, pekerjaan pengecoran gedung bertingkat bisa dilaksanakan dengan lebih cepat dan kualitas beton dapat terjaga. Dalam praktiknya, pemakaian beton siap pakai untuk gedung bertingkat dilakukan dengan bantuan peralatan *concrete pump*. *Concrete pump* adalah peralatan yang digunakan untuk memompa beton ke lokasi pengecoran, terutama lokasi yang sulit dijangkau oleh *truck mixer*. Dengan pemakaian *concrete pump*, proses pengecoran dapat dilakukan dengan lebih cepat. Akan tetapi, produktivitas *concrete pump* sangat tergantung dengan jarak dan tinggi lokasi pengecoran, di samping kualitas beton itu sendiri. Penelitian tentang produktivitas *concrete pump* pada pekerjaan beton proyek konstruksi di Palangka Raya bertujuan untuk membuat suatu model matematis yang mampu memprediksi hubungan produktivitas *concrete pump* dengan jarak dan tinggi lokasi pengecoran. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa ada hubungan yang kuat antara produktivitas dengan jarak arah horizontal pengecoran, yang dimodelkan dengan persamaan (a)  $Y = 0.642 - 0.09 X1 + \varepsilon$ , dimana  $Y$  = produktivitas ( $m^3/menit$ ),  $X1$  = jarak (m),  $\varepsilon$  = galat; (b)  $Y = 0.628 - 0.09 X1 - 0.07 X2 + \varepsilon$ , dimana  $Y$  = produktivitas ( $m^3/menit$ ),  $X1$  = jarak (m),  $X2$  = tinggi (m),  $\varepsilon$  = galat

**Kata Kunci:** *Concrete pump*, produktivitas



## PENDAHULUAN

Kegiatan Pembangunan fisik di Provinsi Kalimantan Tengah khususnya kota Palangka Raya pada beberapa tahun terakhir menunjukkan perkembangan yang cukup baik. Pembangunan perumahan, pertokoan, perkantoran bahkan hotel-hotel mulai bermunculan seiring dengan membaiknya kondisi perekonomian di kota Palangka Raya, di samping juga karena pertambahan jumlah penduduk. Bangunan-bangunan yang berdiri tersebut tidak hanya bangunan bertingkat rendah, tetapi di beberapa tempat sudah mulai bermunculan bangunan-bangunan bertingkat tinggi, misalnya bangunan hotel, toko, dan perkantoran.

Geliatnya pembangunan fisik mulai dilihat oleh pengusaha di bidang konstruksi sebagai suatu peluang usaha. Mulai dari usaha di bidang suplai bahan bangunan, peralatan konstruksi, dan sebagainya yang merupakan penunjang kegiatan konstruksi. Bahkan, beberapa tahun terakhir, perusahaan yang bergerak di bidang penyediaan beton siap pakai (*ready mix concrete*) sudah beroperasi di Palangka Raya. Perusahaan beton siap pakai ini menyediakan beton dengan berbagai mutu yang diperlukan oleh konsumen. Sementara ini, ada 2 (dua) perusahaan beton siap pakai yang beroperasi di Palangka Raya, yaitu PT. Nusantara Beton Gemilang dan PT. Graha Nusantara Readymix. Keberadaan perusahaan ini dinilai cukup membantu kelancaran pelaksanaan proyek konstruksi di Palangka Raya, terutama pada saat pekerjaan pengecoran, karena sebelum adanya perusahaan beton siap pakai, proses pengecoran dilakukan secara manual.

Perusahaan beton siap pakai menyediakan beton dengan kuat tekan beton yang bervariasi, dari B0, K100, K125, K150, K175, K225, K250, K275, K300, K350, K400, dan mortar. Keunggulan beton siap pakai antara lain: (a) mutu selalu terjamin dan berkualitas; (b) Efisiensi pada bahan karena pemesanan tepat sesuai volume kebutuhan; (c) pekerjaan lebih cepat karena pengecoran menggunakan pompa beton/*concrete pump*; (d) bisa dikirim ke berbagai tempat; (e) Tidak perlu menyediakan tempat dan alat yang banyak.

Beton siap pakai di produksi oleh *batching plant*. *Batching plant* digunakan agar produksi beton *ready mix* tetap dalam kualitas yang baik, sesuai standar, nilai *slump test* dan *strength*-nya stabil sesuai yang diharapkan. Selain *batching plant*, beton siap pakai membutuhkan *concrete mixer truck*. *Concrete mixer truck* adalah suatu kendaraan truk khusus yang dilengkapi dengan *concrete mixer* yang fungsinya mengaduk/mencampur campuran beton *ready mix*, sama dengan alat molen. *Concrete mixer truck* digunakan untuk mengangkut adukan beton siap pakai dari tempat pencampuran beton ke lokasi proyek. Selama pengangkutan, *mixer* terus berputar dengan kecepatan 8-12 putaran per menit agar beton tetap

homogen dan beton tidak mengeras. Proses pengiriman beton *ready mix* diatur dengan memperhatikan jarak, kondisi lalu lintas, cuaca, dan suhu, karena hal-hal tersebut dapat mempengaruhi waktu dalam pelaksanaan pekerjaan pengecoran.

Untuk meningkatkan produktivitas pekerjaan pengecoran dengan menggunakan beton siap pakai, dalam proses penuangan beton, digunakan *concrete pump*. *Concrete pump* adalah peralatan yang digunakan untuk memompa beton ke lokasi pengecoran, termasuk lokasi pengecoran yang sulit dijangkau oleh *truck mixer*. Semakin tinggi lantai bangunan, maka kebutuhan pemakaian peralatan yang dapat membantu kelancaran pelaksanaan proyek mutlak diperlukan, salah satunya adalah peralatan *concrete pump* pada saat pekerjaan pengecoran, karena semakin tinggi lokasi pengecoran, akan semakin lambat proses pengecoran. *Concrete pump* ada 2 jenis, yaitu *concrete pump* jenis *mobile* berupa alat pompa beton yang menjadi satu kesatuan dengan truk sehingga lebih mudah berpindah tempat, dan *concrete pump* jenis *fixed* berupa alat pompa beton yang biasanya dalam posisi menetap.

Di Palangka Raya, beberapa pekerjaan konstruksi gedung bertingkat menggunakan beton siap pakai dan peralatan *mobile concrete pump* pada saat pengecoran. Peneliti tertarik untuk membuat suatu studi literatur dan studi lapangan untuk menganalisa produktivitas *mobile concrete pump* pada pelaksanaan pengecoran gedung bertingkat. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan nantinya hasil penelitian menjadi masukkan yang berharga bagi praktisi, baik praktisi di dunia konstruksi maupun akademisi di dunia pendidikan dalam hal produktivitas *mobile concrete pump*.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut "Bagaimana model matematis produktivitas *mobile concrete pump* pada pelaksanaan pekerjaan beton proyek konstruksi di Palangka Raya?".

Hasil penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat antara lain: (a) Bagi praktisi, sebagai bahan pertimbangan dalam memilih peralatan pengecoran yang dapat meningkatkan produktivitas kerja, (b) Bagi peneliti, untuk menambah pengalaman dan wawasan dalam penelitian produktivitas alat berat, (c) Manfaat teoritis merupakan sumbangan bagi ilmu pengetahuan dalam bidang produktivitas peralatan *mobile concrete pump*.

### Concrete Pump

*Concrete pump* merupakan alat untuk menuangkan beton segar dari *truck mixer* ke lokasi pengecoran. Beberapa keuntungan penggunaan *concrete pump* antara lain: (a) untuk saluran pipa hanya membutuhkan tempat yang kecil; (b) beton bisa dipompa secara terus menerus; (c) pompa dapat bergerak secara vertikal dan horizontal; (d)

mobil *concrete pump* bias ditempatkan dalam proyek besar atau kecil; (c) *concrete pump boom* dapat mencapai bangunan konstruksi yang tinggi; (d) memerlukan waktu yang cukup singkat dalam penggunaan dan pelaksanaannya.

Ada 2 jenis *concrete pump*, yaitu *mobile concrete pump* dan *fixed concrete pump*. *Mobile concrete pump* adalah jenis pompa beton (*concrete pump*) yang terpasang pada truk. Jenis ini menggunakan lengan robot *remote control* yang disebut boom untuk menempatkan beton dengan akurat. Pompa boom digunakan pada sebagian besar proyek-proyek konstruksi karena mampu memompa pada volume yang sangat tinggi dan hemat tenaga kerja, merupakan jenis pertama pompa beton (*concrete pump*) yang terpasang pada truk. Jenis ini menggunakan lengan robot *remote control* yang disebut boom untuk menempatkan beton dengan akurat. Pompa boom digunakan pada sebagian besar proyek-proyek konstruksi karena mampu memompa pada volume yang sangat tinggi dan hemat tenaga kerja.

*Fixed concrete pump* digunakan untuk menyalurkan beton dari bawah ke lokasi pengecoran yang memiliki ketinggian lebih dari 5 lantai, hal ini dikarenakan *mobile concrete pump* tidak dapat menjangkau ketinggian tersebut. Penggunaan *concrete pump* jenis *fixed* untuk pengecoran dengan ketinggian 5 lantai ke bawah kurang efektif dari segi instalasi pipa penyalur. *Concrete pump* jenis *fixed* (Gambar 2) membutuhkan instalasi pipa penyalur beton dari lantai dasar ke tempat pengecoran, hal ini membutuhkan lebih banyak waktu dan tenaga dibandingkan dengan *concrete pump* jenis *mobile*.

Kapasitas *concrete pump* tergantung pada: (1) jenis *concrete pump*; (2) panjang pipa (semakin panjang pipa, kapasitas cor semakin kecil); (3) diameter pipa (semakin besar diameter pipa, semakin rendah kapasitas cor); (4) slump beton (sampai batas tertentu, semakin tinggi nilai slump maka semakin besar kapasitas cor).

### Produktivitas Peralatan

Secara teknis produktivitas kerja merupakan suatu perbandingan antara *output* dengan *input*. Berikut ini adalah definisi produktivitas menurut pendapat para ahli atau pakar, antara lain: (1) Menurut Cascio (dalam Almigo, 2004: 53) definisi produktivitas kerja adalah sebagai pengukuran *output* berupa barang atau jasa dalam hubungannya dengan *input* yang berupa karyawan, modal, materi atau bahan baku dan peralatan. (2) Produktivitas adalah sebagai perbandingan antara keluaran (*output*) dengan masukan (*input*). (3) Muchdarsyah (2003: 16) juga mengelompokkan pengertian produktivitas dalam tiga kelompok yaitu: (1) Rumusan tradisional bagi

keseluruhan produktivitas tidak lain adalah rasio dari apa yang dihasilkan (*output*) terhadap keseluruhan peralatan produksi yang dipergunakan (*input*). (2) Produktivitas pada dasarnya adalah suatu sikap mental yang selalu mempunyai pandangan bahwa mutu kehidupan hari ini lebih baik daripada kemarin, dan hari esok lebih baik dari hari ini. (3) Produktivitas merupakan interaksi terpadu secara serasi tiga faktor esensial, yakni: investasi termasuk penggunaan pengetahuan dan teknologi serta riset; manajemen; dan tenaga kerja.

Pengertian lain produktivitas adalah sebagai tingkatan efisiensi dalam memproduksi barang-barang atau jasa-jasa: "produktivitas mengutarakan cara pemanfaatan secara baik terhadap sumber-sumber dalam memproduksi barang-barang." Produktivitas juga diartikan sebagai:

- Perbandingan ukuran harga bagi masukan dan hasil.
- Perbedaan antara kumpulan jumlah pengeluaran dan masukan yang dinyatakan dalam satu-satuan (unit) umum.

Demikian halnya dengan produktivitas dalam pekerjaan pengecoran yang menggunakan peralatan *concrete pump*, dimana produktivitas *concrete pump* dinyatakan meningkat bila perbandingan *output* dan *input* semakin besar. Di mana *output*-nya berupa volume beton dan *input*-nya adalah waktu pengecoran.

### Konsep Analisa Data Hasil Penelitian

Statistik merupakan cara untuk mengumpulkan data, mengolah data dan menginterpretasikan data, untuk tujuan penarikan kesimpulan (Johnson, R. A dan Bhattacharya, G. K., 1996). Khusus untuk penelitian, fungsi dan peranan statistik adalah sebagai berikut:

- Memungkinkan pencatatan data penelitian secara eksak.
- Memberikan dasar untuk menarik kesimpulan melalui proses yang dapat diterima oleh ilmu pengetahuan.
- Memberikan landasan untuk memprediksi tentang bagaimana suatu gejala akan terjadi dalam kondisi-kondisi yang telah diketahui.
- Memungkinkan penyelidikan menganalisa serta menguraikan sebab akibat yang kompleks dan rumit.

### Pemodelan Matematis

Yang dimaksud dengan model matematis adalah suatu model yang dipergunakan untuk memberikan gambaran hubungan antara variabel dengan menggunakan model persamaan matematis. Model ditentukan dengan melakukan prediksi secara matematis dengan menggunakan analisa regresi. Regresi linear pada intinya memiliki beberapa tujuan, yaitu:

1. Menghitung nilai estimasi rata-rata dan nilai variabel terikat berdasarkan pada nilai variabel bebas.
2. Menguji hipotesis karakteristik dependensi
3. Meramalkan nilai rata-rata variabel bebas dengan didasarkan pada nilai variabel bebas diluar jangkauan sampel.

Istilah regresi pertama kali diperkenalkan oleh Francis Galton. Menurut Galton, analisis regresi berkenaan dengan studi ketergantungan dari satu variabel yaitu variabel tak bebas (*dependen variable*) pada satu atau lebih variabel yang menerangkan, dengan tujuan untuk memperkirakan ataupun meramalkan nilai-nilai dari variabel tak bebas apabila nilai variabel yang menerangkan sudah diketahui. Variabel yang menerangkan sering disebut variabel bebas (*independent variable*) (Hadi, Sutrisno, 2004).

Analisis regresi linier digunakan untuk peramalan, dimana dalam model terdapat variabel bebas X dan variabel tak bebas Y. Regresi linier yaitu menentukan satu persamaan dari garis yang menunjukkan hubungan antara variabel bebas dan variabel tak bebas, yang merupakan persamaan penduga yang berguna untuk menaksir atau meramalkan variabel tak bebas, untuk mempelajari hubungan-hubungan antara beberapa variabel, dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

1. Analisis regresi sederhana (*simple regression analysis*)
2. Analisis regresi berganda (*multiple regression analysis*)

Analisis regresi sederhana merupakan hubungan antara dua variabel, yaitu variabel bebas (*independent variable*) dan variabel tak bebas (*dependent variable*). Sedangkan analisis regresi linier berganda merupakan hubungan antara tiga variabel atau lebih, yaitu satu variabel tak bebas (*dependen variable*) dan dua atau lebih variabel bebas (*independent variable*).

Prediksi dengan metode analisa regresi dapat dibagi dalam dua jenis (Furqon, 1999), yaitu:

- a. Analisa Regresi Linear Sederhana (*Simple Linear Regression*)

Analisa regresi linear sederhana menyatakan hubungan antara satu variabel tidak bebas dengan satu variabel bebas dalam garis lurus. Bentuk dari persamaan ini adalah:

$$Y = a + bX + \varepsilon \quad (1)$$

Di mana:

- Y : variabel tidak bebas (*variable dependent*)  
 X : variabel bebas (*variable independent*)  
 a,b : koefisien yang diperoleh dari kalibrasi menggunakan analisa regresi  
 ε : error / galat

- b. Analisa Regresi Berganda (*Multiple Regression*)  
 Analisa regresi berganda menyatakan hubungan antara satu variabel tidak bebas dengan lebih

dari satu variabel bebas. Bentuk persamaan ini adalah:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + \varepsilon \quad (2)$$

Di mana:

- Y : variabel tidak bebas (*variable dependent*)  
 X : variabel bebas (*variable independent*)  
 a : intersep atau konstanta regresi  
 b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>n</sub> : koefisien kalibrasi analisa regresi  
 ε : error/galat

### Uji Multikolinearitas

Uji multikolinearitas bertujuan untuk menguji apakah terdapat korelasi antara variabel bebas dalam model penelitian. Model yang baik adalah model di mana tidak terdapat korelasi antara variabel bebas dalam penelitian atau diharapkan nilainya kecil. Gejala multikolinearitas ditandai dengan adanya nilai *Variance Inflation Factor* (VIF) di atas 10.

### Uji F

Uji F dikenal dengan Uji serentak atau uji Model/Uji Anova, yaitu uji untuk melihat bagaimanakah pengaruh semua variabel bebasnya secara bersama-sama terhadap variabel terikatnya. Atau untuk menguji apakah model regresi yang kita buat baik/signifikan atau tidak baik/non signifikan. Jika model signifikan maka model bisa digunakan untuk prediksi/peramalan, sebaliknya jika non/tidak signifikan maka model regresi tidak bisa digunakan untuk peramalan. Uji F dapat dilakukan dengan membandingkan F hitung dengan F tabel, jika F hitung > dari F tabel, (Ho di tolak Ha diterima) maka model signifikan atau bisa dilihat dalam kolom signifikansi pada Anova (Olahan dengan SPSS, Gunakan Uji Regresi dengan Metode Enter/Full Model). Model signifikan selama kolom signifikansi (%) < Alpha (kesiapan berbuat salah tipe 1, yang menentukan peneliti sendiri, ilmu sosial biasanya paling besar alpha 10%, atau 5% atau 1%). Dan sebaliknya jika F hitung < F tabel, maka model tidak signifikan, hal ini juga ditandai nilai kolom signifikansi (%) akan lebih besar dari alpha.

Cara yang paling mudah dengan uji F atau uji nilai Signifikansi (Sig.), dengan ketentuan, jika Nilai Sig. < 0,05, maka model regresi adalah linier, dan berlaku sebaliknya. Berdasarkan tabel ketiga, diperoleh nilai Sig. = 0,140 yang berarti > kriteria signifikan (0,05), dengan demikian model persamaan regresi berdasarkan data penelitian adalah tidak signifikan artinya, model regresi linier tidak memenuhi kriteria linieritas.

### Uji t dan Signifikasi

Uji t dikenal dengan uji parsial, yaitu untuk menguji bagaimana pengaruh masing-masing variabel bebasnya secara sendiri-sendiri terhadap variabel terikatnya. Uji ini dapat dilakukan dengan membandingkan t hitung dengan t tabel atau dengan

melihat kolom signifikansi pada masing-masing  $t$  hitung, proses uji  $t$  identik dengan Uji F. Atau bisa diganti dengan Uji Metode *Stepwise*. Hipotesis:

$H_0$  : Variabel bebas secara parsial tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat

$H_1$  : Variabel bebas secara parsial berpengaruh signifikan terhadap variabel terikat

Dasar pengambilan keputusan:

- Jika probabilitasnya (nilai sig)  $> 0.05$  atau  $t$  tabel  $< t$  hitung  $< t$  table maka  $H_0$  tidak ditolak
- Jika probabilitasnya (nilai sig)  $< 0.05$  atau  $t$  hitung  $> t$  tabel atau  $t$  hitung  $> t$  table maka  $H_0$  ditolak

### Koefisien Determinasi

Koefisien Determinasi ( $R$ ) yang merupakan simbol dari nilai koefisien korelasi. Nilai  $R$  Square atau koefisien determinasi ( $KD$ ) yang menunjukkan seberapa bagus model regresi yang dibentuk oleh interaksi variabel bebas dan variabel terikat. Koefisien determinasi pada regresi linear sering diartikan sebagai seberapa besar kemampuan semua variabel bebas dalam menjelaskan varians dari variabel terikatnya. Secara sederhana koefisien determinasi dihitung dengan mengkuadratkan Koefisien Korelasi ( $R$ ). Sebagai contoh, jika nilai  $R$  adalah sebesar 0,80 maka koefisien determinasi ( $R$  Square) adalah sebesar  $0,80 \times 0,80 = 0,64$ . Berarti kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan varians dari variabel terikatnya adalah sebesar 64,0%. Berarti terdapat 36% ( $100\% - 64\%$ ) varians variabel terikat yang dijelaskan oleh faktor lain. Berdasarkan interpretasi tersebut, maka tampak bahwa nilai  $R$  Square adalah antara 0 sampai dengan 1. Penggunaan  $R$  Square ( $R$  Kuadrat) sering menimbulkan permasalahan, yaitu bahwa nilainya akan selalu meningkat dengan adanya penambahan variabel bebas dalam suatu model. Hal ini akan menimbulkan bias, karena jika ingin memperoleh model dengan  $R$  tinggi, seorang peneliti dapat dengan sembarangan menambahkan variabel bebas dan nilai  $R$  akan meningkat, tidak tergantung apakah variabel bebas tambahan itu berhubungan dengan variabel terikat atau tidak.

Oleh karena itu, banyak peneliti yang menyarankan untuk menggunakan *Adjusted R Square*. Interpretasinya sama dengan  $R$  Square, akan tetapi nilai *Adjusted R Square* dapat naik atau turun dengan adanya penambahan variabel baru, tergantung dari korelasi antara variabel bebas tambahan tersebut dengan variabel terikatnya. Nilai *Adjusted R Square* dapat bernilai negatif, sehingga jika nilainya negatif, maka nilai tersebut dianggap 0, atau variabel bebas sama sekali tidak mampu menjelaskan varians dari variabel terikatnya.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada beberapa proyek konstruksi di wilayah kota Palangka Raya yang menggunakan beton siap pakai dan *mobile concrete pump* pada pekerjaan pengecoran beton. Terdapat 6 (enam) lokasi tempat dilaksanakan penelitian, antara lain:

1. Proyek gedung perkuliahan di Stikes Eka Harap Jln. Beliang No. 110 Palangka Raya, pengambilan data dilakukan sebanyak 2 kali, struktur yang dicor adalah plat dan balok lantai 2, dengan mutu K225, slump  $12 \pm 2$  cm, dengan volume  $104 \text{ m}^3$  dan  $140 \text{ m}^3$ .
2. Proyek Gedung Pusat Pengembangan Islam Al Ma'nifah Jln. Rajawali VII Palangka Raya, volume beton  $20 \text{ m}^3$ .
3. Proyek Gedung Sangkuwung Jln. Diponegoro No. 03 Palangka Raya, volume beton  $62,5 \text{ m}^3$ .
4. Proyek Gedung Aula STMIK Jln. G. Obos Palangka Raya, volume beton  $45 \text{ m}^3$ .
5. Proyek Hotel Jln. G. Obos Km. 3 Palangka Raya, volume  $97 \text{ m}^3$ .
6. Proyek Gedung Kesehatan Jln. Cilik Riwut Km. 1,2 Palangka Raya, volume beton  $70 \text{ m}^3$ .

Keseluruhan proyek tersebut menggunakan beton siap pakai pada pekerjaan pengecoran lantai dan balok dengan dibantu peralatan *mobile concrete pump*.

### Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa variabel yang digunakan, yaitu:

- a. Variabel independen (variabel bebas) yaitu tinggi lantai dan jarak horizontal.
- b. Variabel dependen (variabel terikat) yaitu produktivitas *concrete pump*.
- c. Variabel kontrol yaitu mutu beton, slump beton, jenis dan kapasitas *concrete pump*, diameter pipa, kapasitas *bucket concrete pump*.

### Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif yaitu pendekatan yang memungkinkan dilakukan pencatatan dan analisis data hasil penelitian secara matematis dengan menggunakan perhitungan statistik. Langkah-langkah penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3 dengan penjelasan sebagai berikut:

- a. Studi literatur  
Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan kasus yang diteliti atau permasalahan yang ditemukan. Referensi ini dapat

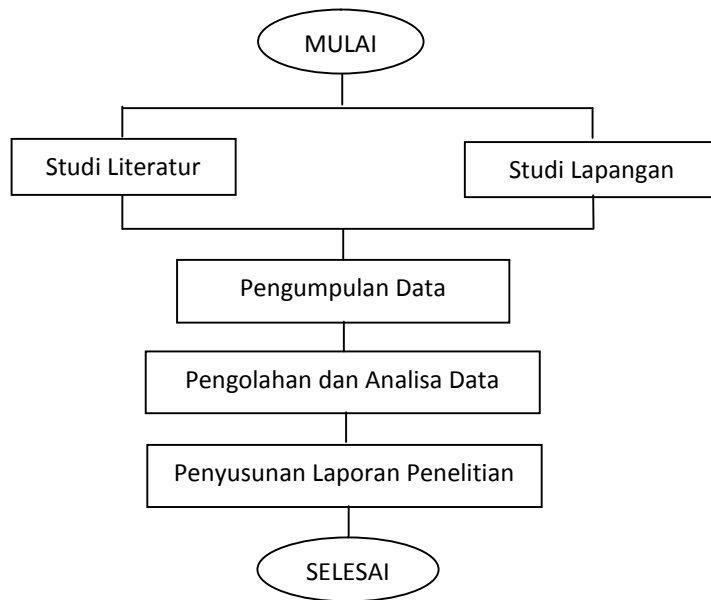
- dicari dari buku, jurnal, artikel, laporan penelitian, dan situs-situs di internet. Output dari studi literature adalah terkoleksinya referensi yang relevan dengan perumusan masalah. Tujuannya adalah untuk memperkuat permasalahan sebagai dasar teori dalam melakukan studi dan juga untuk menjadi dasar melakukan analisa produktivitas *concrete pump*.
- b. Studi lapangan  
Studi lapangan berupa wawancara untuk mendapatkan informasi tentang proyek, dan informasi pendukung lainnya. Di dalam studi lapangan, dilakukan survei untuk memperoleh data pada saat pelaksanaan pengecoran dengan menggunakan *concrete pump*, data tersebut merupakan data primer yang menjadi sumber data utama untuk analisa data.
  - c. Pengumpulan data proyek
  - d. Pengolahan dan analisa data  
Data yang diperoleh dari studi literatur dan studi lapangan dikumpulkan, untuk kemudian diolah dan dianalisa.  
Pengolahan data dilakukan dengan bantuan software komputer, dan dianalisa dengan menggunakan metode statistik untuk mencari pengaruh variabel bebas dan variabel terikat untuk menghasilkan model matematis dengan menggunakan regresi linear.
  - e. Penyusunan laporan penelitian  
Langkah terakhir yang dilakukan dalam penelitian ini adalah penyusunan laporan penelitian, yang nantinya digunakan sebagai laporan pertanggungjawaban penelitian, dan dapat dimanfaatkan oleh pihak-pihak lain sebagai referensi penelitian maupun sumber informasi bagi praktisi konstruksi bangunan.



Gambar 1. *Mobile Concrete Pump*



Gambar 2. Fixed Concrete Pump



Gambar 3. Diagram Alir Kegiatan Penelitian



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Data Hasil Survei Lapangan

Penelitian dilakukan pada beberapa proyek konstruksi di wilayah kota Palangka Raya yang menggunakan beton siap pakai dan *mobile concrete pump* pada pekerjaan pengecoran beton. Terdapat 6 (enam) lokasi tempat dilaksanakan penelitian, antara lain: (a) Proyek gedung perkuliahan di Stikes Eka Harap Jln. Beliang No. 110 Palangka Raya, pengambilan data dilakukan sebanyak 2 kali, struktur yang dicor adalah plat dan balok lantai 2, dengan mutu K225, slump  $12 \pm 2$  cm, dengan volume  $104 \text{ m}^3$  dan  $140 \text{ m}^3$ ; (b) Proyek Gedung Pusat Pengembangan Islam Al Ma'nifah Jln. Rajawali VII Palangka Raya, volume beton  $20 \text{ m}^3$ ; (c) Proyek Gedung Sangkuwung Jln. Diponegoro No. 03 Palangka Raya, volume beton  $62,5 \text{ m}^3$ ; (d) Proyek Gedung Aula STMIK Jln. G. Obos Palangka Raya, volume beton  $45 \text{ m}^3$ ; (e) Proyek Hotel Jln. G. Obos Km. 3 Palangka Raya, volume  $97 \text{ m}^3$ ; (f). Proyek Gedung Kesehatan Jln. Cilik Riwut Km. 1,2 Palangka Raya, volume beton  $70 \text{ m}^3$ .

Keseluruhan proyek tersebut menggunakan beton siap pakai produksi PT. Nusantara Beton Gemilang pada pekerjaan pengecoran lantai dan balok dengan dibantu peralatan *mobile concrete pump* milik PT. Nusantara Beton Gemilang. Sesuai dengan batasan penelitian yang sudah ditetapkan sebagai variabel kontrol, maka survei lapangan dilakukan pada proyek konstruksi yang menggunakan:

- Mutu beton K 225
- Slump beton  $12 \pm 2$  cm
- Concrete pump* merk IHI model IPF90B-5N21, kapasitas  $10 \sim 90 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $\phi 195$  cyl) milik PT. Nusantara Beton Gemilang.

Data yang diperoleh dari hasil survei lapangan berupa data volume pengecoran ( $\text{m}^3$ ), tinggi bangunan (tinggi vertikal) (m), panjang total (arah horizontal) (m), waktu mulai bongkar (jam), waktu selesai bongkar (jam), dan waktu efektif pengecoran (menit).

### Pemodelan Hasil Survei Lapangan

#### Regresi Linier Sederhana

Analisis regresi berganda digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh variabel-variabel bebas terhadap variabel terikat dalam penelitian ini. Tabel 1 menyajikan output hasil perhitungan.

- Regresi linier sederhana untuk variabel:

Variabel bebas (X1) : Jarak arah horizontal (m)

Variabel terikat (Y) : Produktivitas ( $\text{m}^3/\text{menit}$ )

Koefisien korelasi yang dihasilkan dari perhitungan adalah sebesar 0,703. Nilai tersebut berada pada kategori korelasi kuat karena terletak antara 0,5 sampai dengan 0,75. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan (korelasi) yang kuat antara jarak arah horizontal terhadap produktivitas. Koefisien determinasi (*Adjusted R<sup>2</sup>*)

hasil hitung adalah sebesar 0,489. Nilai tersebut menunjukkan bahwa faktor jarak arah horizontal mampu menjelaskan varians variabel produktivitas sebesar 48,9%, dimana sisanya yaitu sebesar 51,1% dijelaskan oleh faktor lain di luar penelitian ini.

Tabel 2 menunjukkan hasil uji t. Uji t dimaksudkan untuk menguji apakah variabel terikat secara parsial berpengaruh signifikan terhadap variabel bebas. Karena nilai  $\text{sig} = 0.000 < 0.05$ , sehingga  $H_0$  ditolak, yang berarti variabel bebas X1 (jarak arah horizontal) secara parsial berpengaruh positif dan signifikan terhadap variabel terikat Y (produktivitas). Makin tinggi variabel X1, makin tinggi Y, demikian juga sebaliknya. Berdasarkan hasil regresi linier tersebut maka berikut adalah persamaan regresi yang mencerminkan hubungan antara variabel-variabel dalam penelitian ini:

$$Y = 0.642 - 0.09 X1 + \varepsilon \quad (3)$$

Keterangan:

Y = Produktivitas ( $\text{m}^3/\text{menit}$ )

X1 = Jarak arah horizontal (m)

$\varepsilon$  = Error / galat

Persamaan di atas dapat diinterpretasikan bahwa setiap kenaikan X1 sebesar satu satuan, maka Y akan berkurang sebesar 0.09.

- Regresi linier sederhana untuk variabel:

Variabel bebas (X2) : tinggi arah vertikal (m)

Variabel terikat (Y) : Produktivitas ( $\text{m}^3/\text{menit}$ )

Berdasarkan Tabel 3 koefisien korelasi yang dihasilkan dari perhitungan adalah sebesar 0,256. Nilai tersebut berada pada kategori korelasi moderat karena terletak antara 0,25 sampai dengan 0,5. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan (korelasi) yang moderat antara jarak arah horizontal terhadap produktivitas.

Koefisien determinasi (*Adjusted R<sup>2</sup>*) hasil hitung adalah sebesar 0,057. Nilai tersebut menunjukkan bahwa faktor jarak arah horizontal mampu menjelaskan varians variabel produktivitas hanya sebesar 5,7%. Pada uji t, nilai sig dari Tabel 4 sebesar  $0.008 < 0.05$ , sehingga  $H_0$  ditolak, yang berarti variabel bebas X2 tinggi arah vertikal secara parsial berpengaruh positif dan signifikan terhadap variabel terikat Y (produktivitas). Makin tinggi variabel X2, makin tinggi Y, demikian juga sebaliknya.

Berdasarkan hasil regresi linier tersebut maka berikut adalah persamaan regresi yang mencerminkan hubungan antara variabel-variabel dalam penelitian ini:

$$Y = 0.355 + 0.16 X2 + \varepsilon \quad (4)$$

Keterangan:

Y = Produktivitas ( $\text{m}^3/\text{menit}$ )

X2 = Tinggi arah vertikal (m)

$\varepsilon$  = Error / galat

Tetapi karena nilai *Adjusted R<sup>2</sup>* rendah, yang menunjukkan korelasi yang moderat, maka persamaan regresi linier ini tidak dapat digunakan.

Tabel 1. Koefisien korelasi regresi linier variabel Y dan X1

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.703 <sup>a</sup>	.494	.489	.0829443

a. Predictors: (Constant), X1

Tabel 2. Uji anova, uji t dan koefisien regresi linier variabel Y dan X1

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.712	1	.712	103.503	.000 <sup>a</sup>
	Residual	.729	106	.007		
	Total	1.441	107			

a. Predictors: (Constant), X1

b. Dependent Variable: Y

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
		B	Std. Error	Beta	T	
1	(Constant)	.642	.021		31.099	.000
	X1	-.009	.001	-.703	-10.174	.000

a. Dependent Variable: Y

Tabel 3. Koefisien korelasi regresi linier variabel Y dan X2

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.256 <sup>a</sup>	.065	.057	.1127349

a. Predictors: (Constant), X2

Tabel 4. Uji anova, uji t dan koefisien regresi linier variabel Y dan X2

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.094	1	.094	7.408	.008 <sup>a</sup>
	Residual	1.347	106	.013		
	Total	1.441	107			

a. Predictors: (Constant), X2

b. Dependent Variable: Y

Coefficients <sup>a</sup>						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Sig.
		B	Std. Error	Beta	T	
1	(Constant)	.355	.036		9.895	.000
	X2	.016	.006	.256	2.722	.008

a. Dependent Variable: Y

### Regresi Linier Berganda

Regresi linier berganda dilakukan dengan menggunakan variabel bebas X1 (jarak arah horizontal), variabel bebas X2 (tinggi arah vertical), dan variabel terikat Y (produktivitas). Adapun hasil pengujian regresi linier adalah pada Tabel 5.

Koefisien korelasi yang dihasilkan dari perhitungan adalah sebesar 0,703. Nilai tersebut berada pada kategori korelasi kuat karena terletak antara 0,5 sampai dengan 0,75. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan (korelasi) yang kuat antara jarak arah horizontal terhadap produktivitas. Koefisien determinasi (*Adjusted R<sup>2</sup>*) hasil hitung adalah sebesar 0,489. Nilai tersebut menunjukkan bahwa faktor jarak arah horizontal mampu menjelaskan varians variabel produktivitas sebesar 48,9%, di mana sisanya yaitu sebesar 51,1% dijelaskan oleh faktor lain di luar penelitian ini.

Tabel 6 memperlihatkan taraf signifikansi atau linieritas dari regresi. Kriterianya dapat ditentukan berdasarkan uji F atau uji nilai Signifikansi (Sig.). Cara yang paling mudah dengan uji Sig., dengan ketentuan, jika Nilai Sig. < 0.05, maka model regresi adalah linier, dan berlaku sebaliknya. Berdasarkan gambar di atas, diperoleh nilai Sig. = 0.000 yang berarti > kriteria signifikan (0.05), dengan demikian model persamaan regresi berdasarkan data penelitian adalah signifikan artinya, model regresi linier memenuhi kriteria linieritas.

Pada uji t, nilai sig dari Tabel 4 sebesar 0.008 < 0.05, sehingga H<sub>0</sub> ditolak, yang berarti variabel bebas X2 tinggi arah vertikal secara parsial berpengaruh positif dan signifikan terhadap variabel terikat Y (produktivitas). Makin tinggi variabel X2, makin tinggi Y, demikian juga sebaliknya.

Pengujian multikolinearitas (kolinearitas ganda) berarti adanya hubungan linier yang sempurna diantara variabel bebas dalam model regresi. Variabel yang kuat antar variabel bebas menunjukkan adanya multikolinearitas. Jika terdapat korelasi yang sempurna

di antara variabel bebas, makanya konsekuensinya adalah koefisien-koefisien regresi menjadi tidak dapat ditaksir, nilai standar error setiap regresi menjadi tidak terhingga. Ada atau tidak adanya multikolinearitas dapat dilihat dari nilai tolerance yang lebih dari 0,1 atau VIP yang kurang dari 10. Berdasarkan nilai VIF yang berada di bawah 10, dan nilai tolerance > 0,1, disimpulkan tidak terjadi multikolinearitas antar variabel bebas.

Berdasarkan hasil pengujian regresi linier tersebut maka berikut adalah persamaan regresi yang mencerminkan hubungan antara variabel-variabel dalam penelitian ini:

$$Y = 0.628 - 0.09 X1 + 0.02 X2 + \varepsilon \quad (5)$$

Keterangan:

Y = Produktivitas (m<sup>3</sup>/menit)

X1 = Jarak arah horizontal (m)

X2 = Tinggi arah vertikal (m)

$\varepsilon$  = Error / galat

Dari hasil analisa dengan menggunakan *software* SPSS 16.0, diperoleh 2 persamaan regresi yang bisa digunakan untuk memperlihatkan model matematis produktivitas *concrete pump* pada proyek bangunan di Palangka Raya, yaitu:

a. Persamaan 1

$$Y = 0.642 - 0.09 X1 + \varepsilon \quad (6)$$

Keterangan:

Y = Produktivitas (m<sup>3</sup>/menit)

X1 = Jarak arah horizontal (m)

$\varepsilon$  = Error / galat

b. Persamaan 2

$$Y = 0.628 - 0.09 X1 - 0.07 X2 + \varepsilon \quad (7)$$

Keterangan:

Y = Produktivitas (m<sup>3</sup>/menit)

X1 = Jarak arah horizontal (m)

X2 = Tinggi arah vertikal (m)

$\varepsilon$  = Error / galat

Tabel 5. Koefisien korelasi regresi linier variabel Y, X1, X2

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.703 <sup>a</sup>	.495	.485	.0832697

a. Predictors: (Constant), X2, X1

Tabel 6. Uji F regresi linier variabel Y, X1, X2

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.713	2	.357	51.434	.000 <sup>a</sup>
	Residual	.728	105	.007		
	Total	1.441	107			

a. Predictors: (Constant), X2, X1

b. Dependent Variable: Y

Tabel 7. Uji t, kolinearitas, dan koefisien regresi linier variabel Y, X1, X2

Coefficients <sup>a</sup>								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		Collinearity Statistics		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.	Tolerance	VIF
1	(Constant)	.628	.039		16.020	.000		
	X1	-.009	.001	-.693	-9.449	.000	.895	1.118
	X2	-.007	.005	.031	.416	.678	.895	1.118

a. Dependent Variable: Y

Collinearity Diagnostics <sup>a</sup>						
Model	Dimension	Eigenvalue	Condition Index	Variance Proportions		
				(Constant)	X1	X2
1	1	2.812	1.000	.01	.02	.01
	2	.161	4.177	.00	.48	.21
	3	.027	10.213	.99	.51	.78

a. Dependent Variable: Y

## KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil penelitian lapangan tentang produktivitas *concrete pump* adalah secara umum, penggunaan *concrete pump* pada pekerjaan pengecoran meningkatkan produktivitas pengecoran. Akan tetapi seiring dengan bertambahnya jarak horizontal dan ketinggian lantai, maka produktivitas *concrete pump* berkurang.

## DAFTAR PUSTAKA

Almigo, N. 2004. "Hubungan Antara Kepuasan Kerja Dengan Produktivitas Kerja Pekerja" Fakultas Psikologi Universitas Bina Darma, Palembang. *Jurnal Psyche, Volume 1 Nomor 1, Desember 2004*. Retrieved From: [http://xa.yimg.com/kq/groups/23358460/41832523/name/journal\\_nuzsep.pdf](http://xa.yimg.com/kq/groups/23358460/41832523/name/journal_nuzsep.pdf)

Furqon. 1999. *Statistika Terapan untuk Penelitian*, Edisi Pertama. Bandung: CV. Alfabeta.

Hadi, Sutrisno. 2004. *Analisis Regresi*. Yogyakarta: Andi Offset

Harinaldi, 2002. *Prinsip-prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains*. Jakarta: Erlangga.

Limanto S., Kusuma Y.H., Ellysa S., Andrew S. 2008. *Analisa Produktivitas Concrete Pump Pada Proyek Kantor Bank Sinar Mas*. Surabaya: Universitas Kristen Petra

Nunnally, S.W. 2000. *Managing Construction Equipment, 2<sup>nd</sup> edition*. truction.