

PROGRAM ANALISIS EKONOMIS BERDASARKAN BIAYA ALAT UNTUK MENENTUKAN UMUR EKONOMIS ALAT DENGAN MEMBANDINGKAN BIAYA EXCAVATOR ANTARA RENCANA VS AKTUAL

Anthony Alexander¹, James Christopher Willianto², dan Ratna S. Alifen³

ABSTRAK : *Excavator* tua dan baru tidak memiliki kinerja yang sama. Oleh karena itu, diperlukan analisis ekonomis. Acuan pertama yang dipertimbangkan adalah biaya kepemilikan yang seiring berjalannya waktu terus berkurang karena alat telah digunakan. Kedua adalah biaya *maintenance & operasional* yang bertambah seiring dengan berjalannya waktu karena semakin tua alat biaya untuk perawatan dan operasional semakin tinggi. Ketiga adalah produktivitas dari *excavator* berkurang seiring bertambahnya waktu.

Skripsi ini menghasilkan program analisis ekonomis berdasarkan biaya alat untuk menentukan umur ekonomis alat dengan membandingkan antara rencana dan aktual biaya *excavator*. Dalam pembuatan skripsi ini dilakukan perhitungan biaya kepemilikan dan M&O, produktivitas pada tahap Rencana dan *input* data aktual pada tahap Aktual sebagai *monitoring*. Pada tahap Rencana, *input* data sesuai teori dari studi literatur, kemudian dilakukan proses perhitungan dan menghasilkan *output* umur ekonomis rencana. Selanjutnya, tahap Aktual *input* data produktivitas dan biaya M&O aktual dari lapangan, kemudian menghasilkan *output* sebagai *monitor*.

Setelah melakukan tahap di atas program menghasilkan dua grafik yaitu, grafik Rencana dan Aktual. Dimana dua grafik ini dilakukan *monitoring* apakah pada Aktual sudah sesuai dengan umur ekonomis Rencana. Diperlukan suatu sistem pencatat data aktual dengan lengkap data aktual di lapangan agar hasil dari perbandingan rencana dan aktual program ini dapat dilakukan lebih presisi.

KATA KUNCI : rencana, aktual, biaya kepemilikan, biaya *maintenance & operasional*, produktivitas, monitoring.

1. LATAR BELAKANG

Alat berat dapat membantu pekerjaan manusia dengan memudahkan pekerjaannya untuk mendapatkan hasil yang maksimal, kontraktor yang memiliki banyak alat berat harus mengetahui kapan perlu mengganti alat berat yang baru. Alat baru dengan alat yang umur tua tidak akan memiliki produktivitas yang sama, karena faktor degradasi komponen dan faktor lainnya yang dapat mempengaruhi kondisi alat selama waktu berjalan. Alat yang berusia tua akan mengalami penurunan produktivitas dan *maintenance cost* alat akan meningkat, sehingga para pemilik atau manajer alat harus memiliki studi analisis ekonomi alatnya untuk mengetahui keputusan kapan alat perlu diganti.

Oleh karena itu analisis ekonomis dilakukan berdasarkan biaya alat ini digunakan. Dengan melakukan analisis ekonomis, para pemilik *excavator* dapat mengetahui hubungan antara biaya kepemilikan dan biaya m&o. Dari proses analisis ini pemilik akan mengetahui biaya minimum yang akan diperoleh pada saat umur ekonomis alat. Pada penelitian kali ini akan menggunakan program berbasis *microsoft excel* yang akan menghasilkan grafik hubungan antara biaya alat dengan umur alat.

Penelitian yang lalu antara lain tentang analisis ekonomis *excavator* yang berdasarkan profit dari pendapatan sewa alat dan biaya alat. Setelah itu ada juga penelitian sebelumnya tentang analisis biaya *excavator*, hasil analisisnya membantu dalam memilih keputusan untuk beli atau menyewa alat berat *excavator*. Penelitian ini merupakan analisis ekonomi berdasarkan pada biaya alat yang terdiri dari biaya kepemilikan dan biaya M&O. Oleh karena itu, solusi untuk masalah tadi berupa membuat program yang akan menganalisis nilai ekonomis berdasarkan biaya dari alat berat, supaya perusahaan dapat menentukan kapan waktu yang paling tepat untuk mengganti *excavator*.

¹Mahasiswa, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Email: b11170036@john.petra.ac.id

²Mahasiswa, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Email: b11170109@john.petra.ac.id

³Dosen, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra, Email: alifrat@petra.ac.id

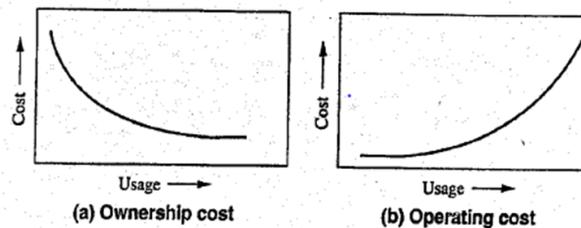
2. TINJAUAN PUSTAKA

Excavator

Excavator merupakan alat berat yang terdiri dari *boom*, *stick/dipper arm*, *bucket/dipper*, dan kabin di atas *platform* berputar yang dikenal sebagai “*house*” merupakan alat gali yang hanya berfungsi menggali tanah saja, dimana mesin utama (*mounting*) *excavator* tidak berpindah tempat/posisi selama proses galian tanah.

Biaya Alat

Biaya alat terdiri atas dua bagian yaitu biaya kepemilikan dan biaya operasional. Untuk mengetahui biaya alat total yang sesungguhnya maka pemilik *excavator* atau manajer alat harus memperhatikan dan memperhitungkan secara detail biaya kepemilikan alat sendiri dan biaya operasional alat sendiri, lalu dijumlahkan jadi satu supaya pemilik alat tidak perlu mengeluarkan biaya berlebihan, (**Gambar 1.**)



Gambar 1. Grafik Hubungan Biaya dengan Penggunaan Alat Berat

Biaya Kepemilikan

Biaya kepemilikan adalah biaya tetap yang perlu dikeluarkan setiap tahun, walaupun itu alatnya sedang digunakan atau menganggur. Biaya kepemilikan terdiri atas beberapa elemen, yaitu: (Nunnally, 2007).

- Biaya Depresiasi
- Biaya Investasi
- Biaya Asuransi
- Biaya Pajak
- Biaya Penyimpanan

Biaya Operasional

Biaya operasional adalah biaya yang perlu dikeluarkan saat alat sedang digunakan. Biaya ini bisa bervariasi dengan jenis alatnya dan kondisi operasi pekerjaan. Elemen-elemen utama dalam biaya operasional adalah: (Nunnally, 2007)

- Biaya Bahan Bakar
- Biaya Perbaikan
- Biaya Servis
- Biaya Operator

Produktivitas Excavator

Dalam mengambil keputusan untuk menggantikan *excavator* akan ada beberapa faktor yang mempengaruhi keputusan tersebut. Salah satu faktornya yaitu produktivitas alat berat, produktivitas sendiri adalah hubungan antara keluaran (*output*) dengan masukan (*input*) yang menunjukkan tingkat efisiensi dan keefektifan *excavator*. Secara umum produktivitas *excavator* menggunakan keluaran (*output*) berupa volume tanah yang digali dan masukan (*input*) berupa waktu. Produktivitas *excavator* tua akan lebih rendah jika dibandingkan dengan produktivitas *excavator* baru, faktor ini dapat dipertimbangkan dalam mengambil keputusan menggantikan *excavator* yang lebih baru.

Estimasi Produktivitas [M^3 /Jam]

Dalam menentukan keputusan kapan mengganti alat baru, estimasi produktivitas harus diperhitungkan. Dalam menghitung estimasi produktivitas ada faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas. Faktor-faktor itu adalah:

- *Cycles per hour*
- *Swing-depth factor*
- *Heaped bucket volume*
- *Bucket fill factor*
- *Job efficiency*

Harga Satuan Galian Tanah [Rp/m³]

Harga satuan galian tanah merupakan berapa biaya yang dikeluarkan untuk menggali satu m³ tanah. Bisa disebut juga sebagai *unit price excavator* yang perlu diketahui kontraktor atau pemilik dan manajer alat. Metode untuk mencari harga satuan galian tanah adalah menggabungkan produktivitas alat dan biaya alat menjadi satu, dengan membagikan hasil total biaya alat dengan hasil produktivitas alat pada saat waktu yang sama. Sehingga dari harga satuan galian tanah dapat diketahui bahwa saat hasil harganya sangat tinggi maka *excavator* mengeluarkan biaya terlalu besar untuk menggali satu m³ tanah yang sama.

Nilai Uang terhadap Waktu (*Time Value of Money*)

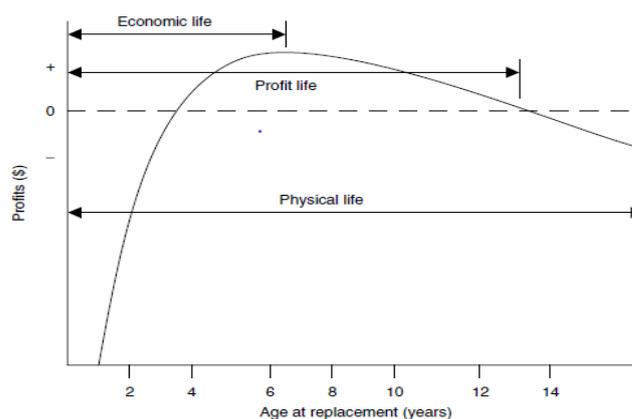
Time value of money merupakan suatu konsep finansial yang menyatakan bahwa nilai uang sekarang lebih berharga dibandingkan dengan nilai uang dengan jumlah yang sama di masa mendatang, karena uang tersebut dapat berpotensi untuk menghasilkan uang yang lebih banyak. Oleh karena itu pemilik *excavator* harus tahu nilai alat yang sekarang (*Present, P*) dan nilai alat di masa depan (*Future, F*) berdasarkan waktu (*N*) dan suku bunga (*I*) yang ada dengan menggunakan perhitungan konsep ekuivalen. Tersedia rumus-rumus untuk menghitung nilai-nilai alat tersebut: (Nunnally, 2007).

- *Future Sum of Money* $F = P \left(\frac{F}{P}, i\%, n \right)$
- *Present Sum of Money* $P = F \left(\frac{P}{F}, i\%, n \right)$
- *Annual Worth Value* $AW = PW(A/P, i, n) = FW(A/F, i, n)$

Annual worth (AW) value sangat mudah untuk menghitung ukuran nilainya dibandingkan dengan *future worth* dan *present worth*. *Annual worth* menggunakan unit moneter per tahun yang dipahami oleh sebagian besar individu, (Blank & Tarquin, 2012). *Annual worth* juga dapat dikenal dengan *equivalent annual worth (EAW)*, *equivalent annual cost (EAC)*, *annual equivalent (AE)*, dan *equivalent uniform annual cost (EUAC)*. Alternatif yang dipilih oleh metode *annual worth* akan selalu sama dengan yang dipilih oleh metode *present worth*, dan semua metode evaluasi alternatif lainnya, (Blank & Tarquin, 2012).

Umur Alat

Umur alat bisa didefinisikan menjadi tiga bagian yaitu: (1) Umur ekonomis, (2) Umur *profit*, (3) Umur fisik alat. Seperti pada gambar 2. menunjukkan secara grafis bagaimana tiga definisi umur tersebut berhubungan dengan kehidupan siklus alat berat, (Douglas, 1975).



Gambar 2. Grafik Definisi Umur Alat Berat dari Douglas (1975)

- Umur Ekonomis

Umur ekonomis sama dengan periode waktu yang memaksimalkan keuntungan selama masa pemakaian alat berat, (Gransberg et al., 2006).

- *Umur Profit*

Umur profit adalah umur dimana alat berat masih bisa menghasilkan keuntungan. Jika sudah melebihi umur itu maka alat berat hanya akan membuat kerugian selama operasionalnya, (Gransberg et al., 2006).

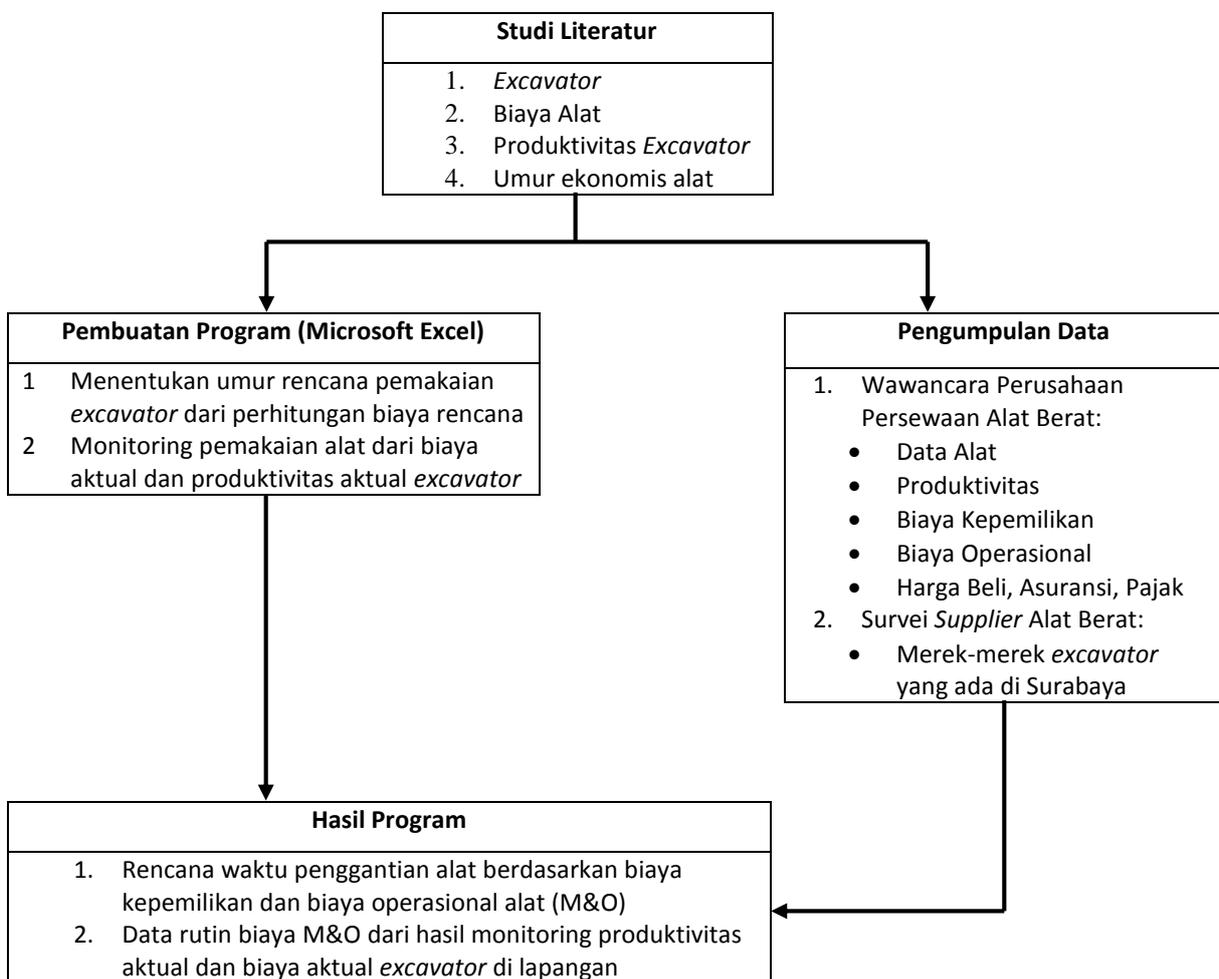
- *Umur Fisik Alat*

Umur fisik alat adalah umur dimana alat berat menjadi terlalu tua dan kuno sehingga alat tidak bisa diandalkan lagi, (Gransberg et al., 2006).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah Penelitian

Bab ini menjelaskan tentang langkah-langkah penelitian yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian yang direncanakan. Pembahasan langkah-langkah penelitian yang dimulai dari studi literatur sampai menghasilkan sebuah program perbandingan rencana dan aktual *excavator* (Gambar 3).



Gambar 3. Langkah-langkah Penelitian

Studi Literatur

Studi literatur merupakan langkah awal dalam melakukan penelitian ini, studi literatur ini dilakukan untuk mendapatkan sumber referensi terpercaya sebagai bahan dasar pendukung penelitian ini. Studi literatur memiliki proses yang dilakukan dengan cara mencari berbagai teori dan sumber referensi dari penelitian skripsi sebelumnya, internet, dan beberapa buku yang tersedia di perpustakaan Universitas Kristen Petra.

Pengumpulan Data

Penelitian skripsi ini dilakukan dalam kondisi pandemik virus Covid-19, oleh karena itu pengumpulan data dari kontraktor tidak bisa dilaksanakan. Pengumpulan data pertama yang dilakukan adalah melakukan wawancara dengan perusahaan persewaan alat berat lewat media telepon dan direkam atau bertemu langsung tatap muka dengan wakil dari perusahaan persewaan alat berat untuk mendapatkan informasi tentang data alat, biaya kepemilikan dan operasional aktual, harga beli, asuransi, dan pajak. Pengumpulan data kedua yang dilakukan adalah mengumpulkan data merek *excavator* dengan cara melakukan survei di internet, wawancara dengan pihak atau wakil dari *supplier* alat berat untuk mengumpulkan data tentang merek-merek *excavator* yang tersedia serta informasi tambahan yang disediakan oleh *supplier* alat berat di Surabaya.

Pembuatan Program

Pembuatan program dilakukan sebelum pengumpulan data alat, biaya kepemilikan dan operasional, harga beli, asuransi, dan pajak. Pembuatan program menggunakan Microsoft Excel, kemudian data aktual akan dimasukkan ke program untuk dicoba dan memvalidasi programnya.

4. PEMBUATAN PROGRAM

Tahap Rencana

Pertama pembuatan program untuk menentukan umur rencana pemakaian *excavator* dari perhitungan biaya rencana yang terdiri dari biaya kepemilikan dan biaya *maintenance & operasional*. Tahapan program ini terdiri atas:

- *Input*

Input adalah data yang dimasukkan ke program analisis oleh pemilik *excavator*, *input* terdiri atas:

1. Data Alat
2. Biaya Kepemilikan
3. Biaya *Maintenance & Operasional*
4. Produktivitas

- *Proses*

Proses ini adalah perhitungan biaya rencana *excavator*, perhitungan produktivitas rencana *excavator*, dan perhitungan harga satuan galian tanah rencana *excavator*. Perhitungan biaya rencana ini memasukkan perkiraan umur rencana pemakaian *excavator*, lalu program akan menghitung biaya rencana berdasarkan perkiraan umur rencana yang dimasukkan ($N = 1, 2, 3, \dots, 15$). Setelah semua biaya rencana diperhitungkan pada setiap umur rencana pemakaiannya, maka program dapat mengetahui umur rencana pemakaian *excavator* yang paling ekonomis dengan mencari biaya rencana terendah dari semua perkiraan umur rencana pemakaiannya. Produktivitas rencana yang akan diperhitungkan ini adalah produktivitas saat *excavator* masih baru dengan asumsi kondisi lapangan tertentu atau tersendiri. Produktivitas ini akan menjadi standar pada saat alat masih baru, lalu dibandingkan dengan produktivitas aktual yang dihasilkan dari lapangan proyek. Perhitungan harga satuan galian tanah rencana adalah biaya yang perlu dikelurakan untuk menggali satu m^3 tanah secara rencana.

- *Output*

Output program ini adalah hasil perhitungan biaya rencana *excavator* yang menentukan umur rencana pemakaian *excavator* yang ekonomis. Lalu *output* program juga menghasilkan produktivitas rencana *excavator* pada saat masih baru, produktivitas rencana ini akan dijadikan acuan untuk dibandingkan dengan produktivitas aktual selama masa pemakaian *excavator* dari tahun ke tahun. Terakhir program akan menghasilkan harga satuan galian tanah rencana dari hasil biaya rencana dan produktivitas rencana.

Database

Database dalam program ini terdiri dari merek dan tipe *excavator*, daya mesin *excavator*, tabel koefisien konsumsi bahan bakar *excavator*, tabel koefisien servis *excavator*, tabel koefisien perbaikan *excavator*. *Database* ini membantu dalam memproses data *input* menjadi *output*.

Tahap Aktual

Kedua pembuatan program melakukan *monitoring* terhadap produktivitas yang dihasilkan *excavator* dan biaya yang dikeluarkan untuk menggunakan *excavator*. Tahapan program ini terdiri atas:

- *Input*

Input berfungsi sebagai data yang dimasukkan ke program analisis oleh orang di lapangan atau manajemen alat di lapangan yang akan mencatat data harian *excavator*. *input* terdiri atas:

1. Biaya Alat Aktual
2. Produktivitas *Excavator*

- Proses

1. Pengubahan Data Harian Produktivitas Aktual *Excavator*

Proses ini adalah pengubahan data harian produktivitas aktual *excavator* menjadi data bulanan produktivitas lalu ke data tahunan produktivitas. Data ini berubah untuk mengetahui tingkat produktivitas *excavator* setiap tahun.

2. Pengubahan Data Harian Biaya Aktual *Excavator*

Proses ini adalah pengubahan data harian biaya aktual *excavator* menjadi data bulanan biaya lalu ke data tahunan biaya. Data ini berubah untuk mengetahui tingkat biaya *excavator* setiap tahun untuk dapat dibandingkan dengan biaya rencana dari hasil tahap rencana program.

3. Perhitungan Harga Satuan Galian Tanah Aktual *Excavator*

Harga satuan galian tanah adalah biaya yang dikeluarkan saat menggali satu m³ tanah dengan menggunakan *excavator*.

- Output

Output program ini adalah laporan rutin *excavator* dari pengawasan grafik produktivitas aktual *excavator*, pengawasan grafik biaya aktual *excavator*, dan pengawasan harga satuan galian tanah aktual *excavator*. Hasil ini diharap dapat membantu calon pemilik *excavator* dalam membandingkan produktivitas, biaya alat, dan harga satuan galian tanah yang rencana dan aktual *excavator*.

Hasil dan Pembahasan

Dalam biaya alat terdapat rencana dan aktual, perhitungan biaya rencana mengikuti landasan teori dimana faktor-faktor atau variabel dalam perhitungannya diasumsikan untuk menyamakan dengan kondisi lapangan. Tapi dari hasil data biaya aktual yang diambil dari lapangan langsung menunjukkan bahwa hasilnya tidak sama dengan yang rencana. Ini diakibatkan oleh adanya perbedaan antara faktor-faktor rencana yang diasumsikan dan faktor-faktor aktual di proyek yang bisa berbeda setiap waktu, faktor-faktor ini dapat mempengaruhi hasil akhir biaya yang dikeluarkan. Faktor-faktor tersebut adalah:

- Biaya Kepemilikan
 - Harga alat
 - Nilai sisa alat
 - Suku bunga
 - Rate persentase pajak, asuransi, dan penyimpanan
- Biaya *Maintenance & Operasional*
 - Jam operasional
 - Harga bahan bakar
 - Biaya operator
 - Jam kerja operator dalam satu hari
 - Daya mesin dari spesifikasi *excavator*

Maka program harus dimodifikasi untuk dapat menghitung semua biaya rencana dengan semua faktor-faktor berbeda pada tiap tahunnya agar dapat disamakan dengan faktor-faktor yang terjadi di proyek atau lapangan yang berbeda tiap tahun. Lalu memodifikasi biaya rencana sesuai dengan kebijaksanaan dari perusahaan, setiap perusahaan tidak memiliki kebijaksanaan yang sama dan biaya rencana dari landasan teori harus dimodifikasi dari data historisnya.

Dalam produktivitas juga terdapat perhitungan rencana dengan faktor-faktornya, program akan menghitung produktivitas rencana dengan asumsi faktor-faktor koreksi tersebut untuk mirip dengan kondisi di proyek. Tapi hasil produktivitas aktualnya yang diambil dari lapangan proyek menunjukkan

bahwa hasilnya tidak selalu optimum dan tidak selalu sama dengan rencana, ini diakibatkan oleh faktor-faktor yang berbeda di setiap proyek dan setiap waktu. Diperlukan orang untuk menangani antara produktivitas rencana dan aktualnya, supaya produktivitas rencana dimodifikasi dengan menghitung semua produktivitas rencana dengan semua faktor-faktor yang berbeda untuk dapat disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Faktor-faktor yang mempengaruhi adalah:

- Jam operasional
- Harga bahan bakar
- Biaya operator
- Jam kerja operator dalam satu hari
- Daya mesin dari spesifikasi *excavator*

Harga satuan galian tanah bersifat sangat kompetitif untuk kontraktor, harga satuan galian tanah ini bergantung dari biaya alat dan produktivitas baik rencana dan aktualnya. Oleh karena itu kontraktor harus benar-benar menguasai biaya dan produktivitas alat di prakteknya, supaya harga satuan galian tanah tetap kompetitif biaya alat harus rendah dan produktivitas harus tinggi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Keputusan calon pemilik *excavator* untuk menentukan umur rencana *excavator* merupakan hal yang penting. Oleh karena itu, alat bantu analisis ekonomis berdasarkan biaya alat untuk membandingkan antara rencana dan aktual biaya *excavator* dilakukan untuk memberikan pertimbangan dalam pengambilan keputusan penggantian *excavator*. Acuan-acuan yang dipertimbangkan dalam analisis ekonomis berdasarkan produktivitas *excavator* dan biaya alat adalah biaya kepemilikan, biaya *maintenance & operasional*. Setelah melakukan penelitian maka dapat ditarik kesimpulan, antara lain:

1. Dari hasil percobaan pada program *excel* didapatkan, umur ekonomis rencana adalah 10 tahun. Namun setelah dilakukan *trial* program dalam biaya *maintenance & operasional* terdapat selisih antara hasil dari rencana dan aktual. Selisih tersebut disebabkan oleh faktor-faktor seperti jam operasional yang berbeda, harga bahan bakar yang berbeda, biaya operator atau jam kerja operator yang berbeda, prosedur perawatan atau perbaikan yang tidak tepat, dan harga *spare part*, oli, cairan hidrolik, minyak, dan filter yang berbeda. Sedangkan dalam produktivitas juga terdapat selisih antara hasil dari rencana dan aktual. Selisih tersebut disebabkan oleh faktor-faktor seperti jenis tanah yang digali berbeda, *depth of cut* berbeda, *angle of swing* berbeda, siklus per jam berbeda, kondisi lapangan atau pekerjaan dan kondisi manajemen yang berbeda.
2. Antara rencana dan aktual terdapat perbedaan hasil yang diakibatkan oleh faktor-faktor berbeda jadi hasil tersebut tidak bisa langsung dibandingkan, setiap faktor-faktor tersebut harus diperhatikan karena memiliki peranan dalam hasil rencana dan hasil aktual di lapangan.
3. Kontraktor harus benar-benar menguasai biaya dan produktivitas alat di prakteknya, supaya harga satuan galian tanah tetap kompetitif biaya alat harus rendah dan produktivitas harus tinggi.
4. Diperlukan suatu sistem yang berguna untuk mencatat dengan rapi dan lengkap data aktual di lapangan agar hasil dari perbandingan rencana dan aktual program ini dapat dilakukan lebih presisi.

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya mengenai analisis ekonomis berdasarkan produktivitas dan biaya alat sebagai pengambil keputusan penggantian *excavator* adalah:

1. Diharapkan para peneliti selanjutnya dapat melanjutkan penelitian ini untuk menganalisis keputusan penggantian *excavator* dengan mensurvei data aktual di lapangan secara harian agar data yang diperoleh lebih lengkap, akurat, teratur.
2. Diharapkan para peneliti selanjutnya dapat menambahkan *replacement analysis* dalam programnya, supaya setelah memilih keputusan untuk menggantikan *excavator* dapat mengetahui pilihan pengganti *excavator* yang terbaik dan ekonomis.
3. Diharapkan para peneliti selanjutnya dapat memperluas objek analisis program ini dengan alat berat lainnya yang berkaitan dengan proyek konstruksi seperti *dump truck*, *crane*, *bulldozer*, dll., sehingga tidak hanya sebatas penggantian *excavator*.

4. Diharapkan para peneliti selanjutnya dapat memperluas objek penelitian analisis program ini dengan berbagai macam merek yang ada di Indonesia, sehingga tidak hanya sebatas pada merek penelitian ini.

6. DAFTAR REFERENSI

- Blank, L., & Tarquin, A. (2012). *Engineering Economy*. McGraw-Hill.
- Douglas, J. (1975). *Construction Equipment Policy*. McGraw-Hill.
- Gransberg, D. D., Popescu, C. M., & Ryan, R. C. (2006). *Construction Equipment Management for Engineers, Estimators, and Owners*. Taylor & Francis Group.
- Nunnally, S. W. (2007). *Construction Methods and Management* (7th ed.). Pearson Prentice Hall.