PEMBUATAN APLIKASI DENGAN MENGGUNAKAN RUMUS EMPIRIS UNTUK MEMPREDIKSI LEMPARAN BATU (*FLYING ROCK*) DARI KEGIATAN PELEDAKAN

Eko Santoso*, Kartini, Rizky Wanaldi
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
e-mail: *eko@ulm.ac.id

ABSTRAK

Salah satu dampak lingkungan yang disebabkan dari kegiatan peledakan yaitu adanya *flyrock. Flyrock* merupakan fragmentasi batuan (ukuran bongkahan batuan) yang terlempar akibat hasil peledakan. Fragmentasi batuan ini jika terlempar melebihi batas radius aman dapat mengakibatkan kerusakan untuk alat mekanis dan dapat mengakibatkan cidera untuk manusia. Salah satu pendekatan yang efektif untuk mengontrol dan mencegah kecelakaan akibat *flyrock* adalah prediksi lemparan *flyrock.*

Metode yang digunakan dalam perhitungan prediksi lemparan *flyrock* pada penelitian kali ini adalah dengan menggunakan pendekatan teori empris dari *Richard and moore, Lundburg, Swedish model* dan *American model.* Untuk menunjang dalam kecepatan perhitungan prediksi lemparan *flyrock,* maka dibuatlah program aplikasi perhitungan prediksi *flyrock* yang berbasis *visual basic access.*

Berdasarkan perbandingan hasil perhitungan aplikasi dengan hasil lemparan *flyrock* aktual di lapangan didapatkan persentase *error* sebesar 14.58% untuk *face burst, 26.49%* untuk *cratering, 58.76%* untuk *lundburg,* 35.05% untuk *Swedish model,* 26.39% untuk *American model.* Keunggulan dari adanya aplikasi komputasi ini yaitu kemudahan dalam pengoperasian program yang secara garis besar hanya menginput parameter geometri peledakan sesuai teori, dan melakukan eksekusi program akan menunjang efisiensi waktu dan tenaga, serta keakuratan hasil perhitungannya akan lebih tinggi dibandingkan dengan melakukan perhitungan secara manual. Namun aplikasi yang dibuat ini masih memiliki keterbatasan fitur rangkaian *interface/menu* aplikasi dan aplikasi belum dapat melakukan pencetakan hasil dari *output program*.

Kata kunci : f*lyrock prediction*, *visual basic*, persamaan empirik, komputasi

PENDAHULUAN

Peledakan merupakan kegiatan untuk memecah suatu material dengan menggunakan bahan peledak. Kegiatan peledakan dilakukan apabila alat mekanis tidak cukup kuat, atau kurang efisien untuk memberasi suatu material, maka dilakukan kegiatan peledakan guna memenuhi target produksi *overburden* terbongkar maupun bahan galian tertambang. Salah satu efek terhadap lingkungan dari kegiatan peladakan yaitu adanya *flyrock*. *Flyrock* merupakan fragmentasi batuan yang terlempar akibat hasil kegiatan peledakan. *Flyrock* menjadi salah satu perhatian utama pada setiap kegiatan peledakan. Apabila fragmentasi batuan ini terlempar melebihi jarak aman peledakan yang telah ditentukan, maka dapat menyebabkan kerusakan bagi alat mekanis maupun cidera bagi personalia. Dampak berbahaya tersebut dapat dihindari dengan cara sebelum kegiatan peledakan semua alat-alat berat maupun personalia harus dievakuasi ke titik yang telah dinyatakan aman dari lokasi peledakan atau lemparan *flyrock.* Untuk memastikan tidak ada lemparan batuan hasil peledakan yang terlempar melebihi jarak evakuasi maka dilakukan perhitungan prediksi lemparan maksimum *flyrock.* Metode yang sering digunakan dalam perhitungan prediksi lemparan *flyrock* yaitu dengan pendekatan teori Lundborg (1981), Richard dan Moore (2005), teori American model (1979) dan teori Swedish model (1975). Terdapat beberapa parameter yang membedakan antara teori-teori tersebut antara lain seperti nilai *burden, stemming height,* diameter, ukuran fragmentasi batuan, massa jenis dan *powder factor.*

Seiring dengan perkembangan teknologi yang begitu pesat, telah membawa manfaat luar biasa, khususnya pada aspek pertambangan. Berbagai macam *software* aplikasi pendukung sudah banyak diciptakan guna mempermudah analisis, baik dari segi proses perancangan dan visualisasi desain, maupun melakukan analisis perhitungan data. Dengan adanya tuntutan teknologi yang terus berkembang dan juga tersedianya berbagai macam informasi teknologi yang mumpuni, maka dirasa sangatlah perlu adanya program aplikasi komputasi.

Sunaryadi (2011) telah menyusun program aplikasi berbasis *visual basic* dengan penelitian yang berjudul "Penyusunan Program Aplikasi Komputasi Perancangan Peledakan Pada Tambang Terbuka Dengan Menggunakan Bahasa Pemrogramman *Visual Basic 6*". Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah aplikasi Perhitungan untuk menganalisis perancangan geometri peledakan. Pada penelitian ini diperoleh hasil yaitu, aplikasi melakukan perbandingan hasil Perhitungan perancangan geometri peledakan secara manual dan dengan aplikasi berdasarkan teori empirik dari metode R.L. *Ash* yang persentase deviasinya mencapai 1.32% dan 0.89% untuk *C.J. Konya.*

Penelitian ini diusulkan menggunakan Bahasa pemrogramman berbasis *visual basic access,* dimana *basic coding*nya selaras dengan penelitian sunaryadi (2011) namun menghasilkan *output* yang berbeda. Pada penelitian sebelumnya *output* menghasilkan data berupa rancangan geometri peledakan berdasarkan teori empiris R.L *Ash* dan C.J. *Konya*, namun pada penelitian ini hanya difokuskan pada Perhitungan prediksi lemparan *flyrock* berdasarkan teori empiris. Mengingat lemparan *flyrock* merupakan salah satu dampak berbahaya dan penting untuk diperhatikan. Oleh karena itu perlu adanya aplikasi analisis lemparan *flyrock.* Tentunya, aplikasi komputasi ini akan menunjang efektivitas khususnya pada saat melakukan perancangan geometri peledakan ataupun perhitungan radius aman kegiatan peledakan.

METODOLOGI

Perhitungan Flyrock Prediction

Perhitungan jarak lemparan *flyrock* dilakukan secara teoritis (persamaan empiris) dan dengan cara aktual

di lapangan. Parameter yang mempengaruhi Perhitungan *flyrock* yaitu konstanta batuan, *burden* dan *spasing* lubang ledak, massa isian bahan peledak, tinggi *stemming, powder factor,* densitas batuan, dan diameter lubang ledak. Untuk perhitungan teoritis menggunakan metode empirik berdasar teori Richard dan Moore (2005), Ludborg (1981), Swedish Model (1975), dan American Model (1979). Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan Richard dan Moore (2005), ada 3 faktor utama yang mempengaruhi terjadinya *flyrock* pada kegiatan peledakan yaitu, *Face Burst* terjadi ketika jarak *burden* pada baris depan peledakan di lapangan yang terlalu dekat terhadap *freeface* dapat menyebabkan potensi *flyrock.*

$$L = \frac{k^2}{g} \left(\frac{\sqrt{m}}{B}\right)^{2.6} \quad (1)$$

L = Lemparan maksimal *flyrock* (m), g = percepatan gravitasi (9,8 m/s^2), m = berat isian bahan peledak per meter (kg/m), B = *burden* awal (m) k = konstanta batuan.

Cratering terjadi ketika tinggi *stemming* yang terlalu pendek dan juga adanya keterdapatan bidang lemah pada lubang ledak. Bidang lemah tersebut biasanya merupakan material *broken* dari hasil peledakan sebelumnya. Berdasarkan kondisi tersebut maka *flyrock* dapat terlempar ke segala arah dari lubang ledak yang diinisiasi. Berikut persamaan yang digunakan.

$$L = \frac{k^2}{g} \left(\frac{\sqrt{m}}{SH}\right)^{2.6} \quad (2)$$

L = Lemparan maksimal (m), g = percepatan gravitasi (9,8 m/s^2), m = berat isian bahan peledak per meter (kg/m), SH = *stemming height* (m), k = konstanta batuan.

Rifling terjadi saat tinggi *stemming* sudah seuai untuk mencegah *flyrock* secara *cratering* namun material *stemming* yang digunakan kurang baik. *Flyrock* yang disebabkan oleh *riffling* ini lebih cenderung untuk dianalisis dari kemiringan lubang ledaknya, karena jika pada lubang ledak tegak *flyrock* diasumsikan akan kembali pada titik semula.

$$L = \frac{k^2}{g} \left(\frac{\sqrt{m}}{SH}\right)^{2.6} \sin 2\theta \quad (3)$$

L= Lemparan maksimal (m), g = percepatan gravitasi (9,8 m/s^2), m = berat isian bahan peledak per meter (kg/m), SH = *stemming height* (m), ɵ = kemiringan lubang ledak.

Lundborg (1981) mengembangkan persamaan perhitungan empirik untuk memprediksikan lemparan maksimal *flyrock.*

$$L = 143\ d\ (q - 0{,}2) \quad (4)$$

L = lemparan maksimal (m), d = diameter lubang ledak (inch), q = *specific charge* (kg/m^3).

Teori empiris yang diusulkan oleh swedish detonic research foundation (1975) dan American model dari roth (1979) untuk menentukan jarak maksimum *flyrock* menggunakan rumus dasar dari gerak parabola (*ballistic trajectiories*), parameter yang membedakan yaitu pada kecepatan awal (Vo).

$$Vo = \frac{10D\ x\ 260}{Tb\ x\ Pr} \quad (5)$$

Vo = Kecepatan awal (m/s), D = diameter lubang ledak (inch), Pr = Densitas batuan (kg/m3) , Tb = ukuran fragmentasi batuan (m).

$$Vo = \sqrt{2E}\ x\ (m/q) \quad (6)$$

Vo = Kecepatan awal (m/s), $\sqrt{2E}$ = konstanta *gurney*, m = berat isian bahan peledak permeter (kg/m), q = isian rata-rata per lubang ledak (kg/m^2).

$$L = \frac{Vo^2\ sin\ 2\theta}{g} \quad (7)$$

L= Lemparan maksimal (m), Vo = kecepatan awal (m/s), g = percepatan gravitasi (9,8 m/s^2), ɵ = kemiringan lubang ledak. (Richard et al. 2005).

Pemrograman Microsoft Access

Microsoft access tidak hanya membuat objek tabel saja (database), tetapi MS Access juga menyediakan fasilitas yang dapat digunakan untuk membuat objek form, query maupun report (laporan) sebagai hasil akhirnya. Selain itu MS access juga memiliki beragam fungsi dan rumus yang dapat membantu dalam menyelesaikan suatu pekerjaan yang berhubungan dengan proses perhitungan. Dalam MS Access suatu perhitugan dapat dilakukan di dalam objek query, form maupun report. Sedangkan untuk menulis dan menyusun rumus tersebut, MS Access menyediakan fasilitas khusus yang dinamakan jendela Expression Builder.

Adapun beberapa kekurangan dari *software Microsoft access* yaitu, untuk mengunduh aplikasi ini diperlukan *license key* yang berbayar alias tidak gratis. Orientasi database pada Ms Access cenderung dipakai oleh jaringan kecil menengah. Ukuran maksimal file untuk memproses data hanya 2GB.

HASIL DAN DISKUSI

Membuat File Database, Objek Tabel dan Objek Form

Dalam MS Access terdapat objek-objek database yang meliputi tabel, *query, form dan report.* Untuk membuat objek-objek tersebut diperlukan sebuah file database yang menampung dan mengolah keempat objek tersebut**.** program akan diuji tingkat keakuratannya dengan melakukan perbandingan terhadap studi kasus aktual. Dalam studi kasus yang dilakukan, data yang dipergunakan adalah data sekunder dari Kajian Teknis Peledakan yang dilakukan di PT XYZ (Nababan, 2014).

Komponen utama dalam database MS Access yang berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan data adalah tabel. Tabel merupakan tempat untuk menampung sejumlah data yang akan diolah.

Field dalam tabel merupakan tempat data atau informasi dalam kelompok sejenis yang dimasukkan atau diinputkan pada bagian kolom tabel. Perancangan *Form input data* ini di desain oleh penulis sedemekian rupa agar *user/*pengguna lebih mudah untuk mengoperasikan aplikasi perhitungan *flyrock* ini.

Objek *form* serta objek tabel ditempatkan dalam satu *interface* supaya dapat menginput serta mengedit data secara langsung. Langkah-langkah dalam pembuatan table yaitu, klik tombol table design pada tab create sehingga akan tampil jendela design view sebuah tabel. Buatlah

struktur tabel yang terdiri dari: *Field name* berfungsi untuk memasukkan nama field yang akan dibuat, *data type* berfungsi untuk menentukan tipe data dan *description* berfungsi untuk memasukkan keterangan dari nama field yang akan dibuat.

Membuat Objek Query

Query merupakan objek database yang dapat digunakan untuk memasukkan dan mengolah data yang berupa rumus, mengurutkan dan menyaring data. Untuk membuat sebuah *query* harus ada tabel data. *Query* dapat dibentuk dari satu tabel atau lebih, bahkan dari hasil query lain yang masih dalam satu database. Langkah-langkah dalam membuat suatu query.

1. Klik tombol *Query Design* pada *tab Create*, sehingga akan muncul jendela lembar kerja Query dan kotak dialog show table.
2. Pada kotak dialog Show Table terdapat 3 tabulasi yaitu:
   a. *Tables*, untuk menampilkan daftar nama tabel.
   b. *Queries*, untuk menampilkan daftar nama *query*.
   c. *Both*, untuk menampilkan daftar nama tabel dan *query*.
3. Untuk menambahkan tabel/query sebagai sumber data, dapat dilakukan dengan memilih nama tabel dan query dan tekan tombol add atau klik dua kali pada tabel atau query yang ingin dipilih. Jika memasukkan lebih dari satu tabel atau query, maka dapat dibuat hubungan atau relasi antar tabel sehingga data saling berhubungan antara tabel yang satu dengan yang lainnya.
4. Masukkan nama-nama *field* dengan klik dua kali pada daftar nama *field* pada tabel atau *query*.

Kisi QBE (Query By Example) terdapat pada bagian bawah jendela lembar kerja desain dari sebuah query. Dalam kisi QBE terdapat bagian-bagian sebagai berikut:

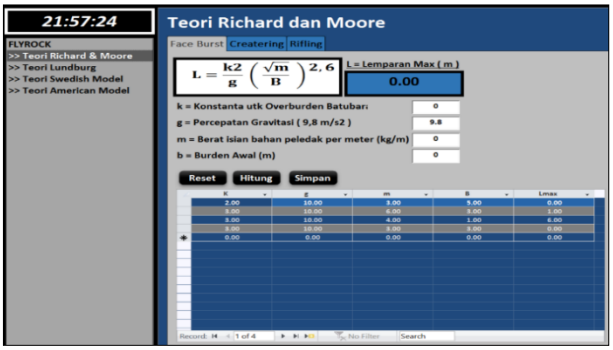
1. *Field*, untuk menampilkan nama field yang ingin digunakan dalam query.
2. *Table*, untuk menampilkan nama tabel sebagai sumber data dari query.
3. *Sort*, untuk melakukan proses pengurutan data.
4. *Show*, untuk menampilkan atau menyembunyikan field.
5. *Criteria*, untuk memasukkan kriteria dari suatu data yang ingin ditampilkan.
6. *Or*, untuk memasukkan lebih dari satu kriteria dengan menggunakan operator or.

Perancangan *form* grafik merupakan *form* yang menampilkan hasil output dari aplikasi ini. Grafik ini akan membandingkan perhitungan data *flyrock* secara aktual dengan teoritis, hingga didapat persentase perbedaan Perhitungan *flyrock* secara teoritis maupun secara aktual di lapangan.

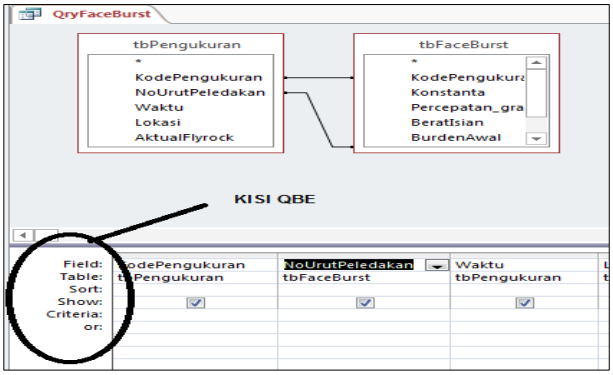
Gambar-5 merupakan grafik perbandingan perhitungan *flyrock* antara *flyrock actual*, *flyrock face burst* dan *cratering.* Dengan melakukan perhitungan deviasi data akan menunjukkan berapa besar perbandingan jarak lemparan aktual *flyrock* terhadap prediksi jarak lemparan *flyrock* secara teoritis aplikasi. Berdasarkan percobaan teori *face burst* didapat rata-rata persentase deviasi sebesar 14.58% dan teori *cratering* didapatkan persentase deviasi rata-rata yaitu 26.49% parameter yang mempengaruhinya ada nilai burden, berat isian bahan peledak, tinggi *stemming* dan nilai konstanta batuan.

Berdasarkan percobaan teori *Lundborg* dari 15 kali percobaan nilai persentase deviasi tertinggi mencapai 145.38 %, dan nilai persentase deviasi terendah mencapai 7.05%. Nilai rata-rata persentase deviasi dari percobaan ini adalah 58.76%, parameter-parameter yang mempengaruhi pada teori *Lundborg* yaitu besar nilai diameter pada lubang ledak dan nilai *powder factor (*kg/m³).

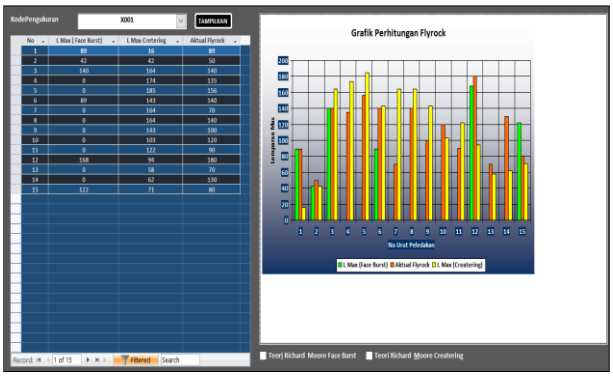
Gambar-1. *Form Splash*



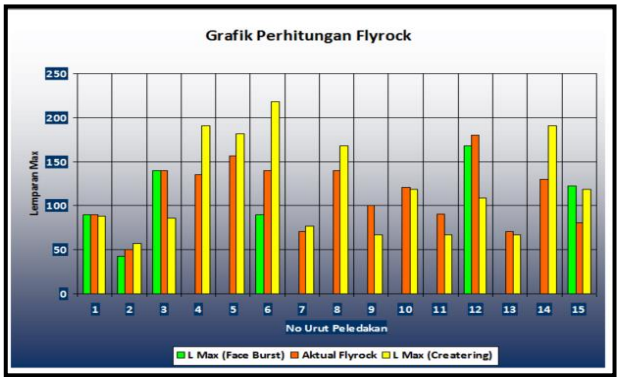
Gambar-2. Tampilan *form input data*



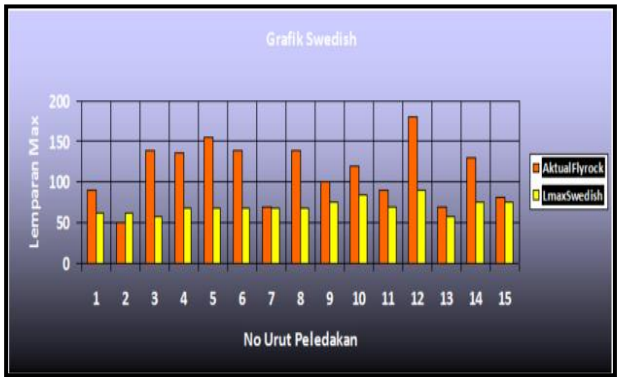
Gambar-3. *Form obectview query*



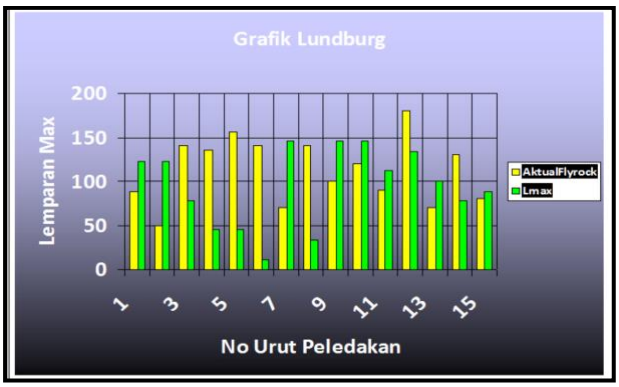
Gambar-4. *Form* grafik perbandingan aplikasi



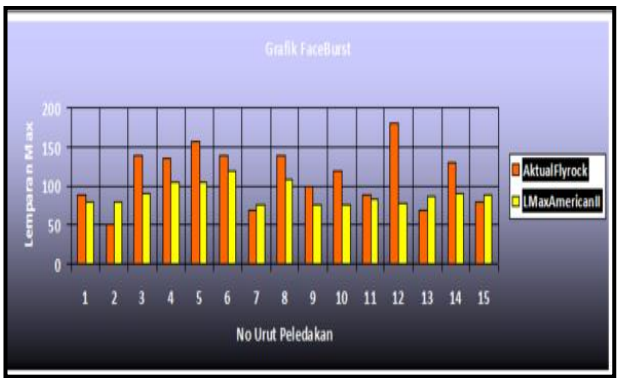
Gambar-5. Grafik perhitungan *flyrock Richard moore*



Gambar-7. Grafik perhitungan *flyrock Swedish model*



Gambar-6. Grafik perhitungan *flyrock Lundburg*



Gambar-8. Grafik perhitungan *flyrock american model*

Pada percobaan *Swedish model*, nilai Persentase deviasi yang didapat adalah 35.05%. Parameter yang mempengaruhi perhitungan teori ini adalah kecepatan awal, densitas batuan, ukuran fragmentasi batuan dan diameter lubang ledak.

Pada percobaan *American model*, nilai persentase deviasinya mencapai 26.39%, parameter yang mempengaruhi pada perhitungan ini yaitu diameter lubang ledak, *specific charge/powder factor*, berat isian bahan peledak per meter dan nilai kecepatan awal (Vo).

Nilai persentase deviasi didapatkan melalui percobaan perbandingan Perhitungan hasil perangkat lunak dengan lemparan aktual *flyrock* di lapangan yang datanya diperoleh dengan metode *plotting* kordinat. Pada percobaan kali ini, nilai persentase deviasi yang diperoleh berurut sebesar 14.58% untuk *face burst, 26.49%* untuk *cratering, 58.76%* untuk *lundborg*, 35.05% untuk *Swedish model*, 26.39% untuk *American model.* Jika dilihat dari hasil nilai persentase deviasinya ada beberapa kesalahan atau *error* yang dapat penulis simpulkan yaitu:

1. Kesalahan *syntax,* atau *syntax error* dapat disebabkan dari aturan Bahasa pemrogramman yang salah, contohnya salah menuliskan *object* maupun *method* nya pada *coding visual basic*
2. Kesalahan logika, berbeda dengan kesalahan *syntax*, jika kesalahan sintaksis mudah diketahui dan dierbaiki dengan cara mengcompile *executable file*, kesalahan logika ini relative lebih sulit untuk ditemukkan, contohnya yaitu ketika program tidak menghasilkan *output* sebagaimana yang kita inginkan, kita harus menulusuri instruksi mana yang kurang cocok atau tidak valid pada program.
3. *Run time error*, sering terjadi ketika *programmer* ingin mengimport suatu data, jenis kesalahan ini sering terjadi apabila *file data* yang ingin diimport tersebut tidak kompatibel dengan *software*, atau aplikasi tidak dapat menjangkau alokasi *memory* yang menyimpan data tersebut.
4. Keterbatasan rumus empiris, rumus empiris ditemukan oleh beberapa percobaan yang diuji ilmuwan pada masanya. Rumus-rumus empiris tersebut didapat berdasarkan beberapa parameter yang telah ditentukan pada masanya. Seiring berjalannya waktu, rumus empiris ini dapat dikembangkan lagi memperhatikan analisis dimensi serta parameter-parameter baru yang dapat menghasilkan perhitungan yang lebih akurat. Perbedaan antara rumus empiris dan analisis dimensi inilah yang dapat menghasilkan persentase deviasi yang cukup tinggi. Keakuratan studi kasus, metodologi yang diterapkan pada studi kasus yang dipakai sebagai implementasi data aktual, yaitu penulis sebelumnya melakukan pengamatan/pengukuran lemparan *flyrock* dengan cara plot koordinat GPS serta mengukur jarak lemparan *flyrock* menggunakan patok, lalu membandingkan hasilnya dengan teori empirik. Adanya faktor-faktor seperti *human error*, parameter yang tidak tepat saat pengambilan data mengakibatkan studi kasus menjadi tidak 100% akurat.

Terdapat beberapa kesalahan yang secara umum sering dialami *programmer*, kesalahan-kesalahan ini juga selaras terjadi pada penelitian sebelumnya yang dibahas oleh Sunaryadi (2011) yang berjudul "Penyusunan Program Aplikasi Komputasi Perancangan Peledakan Pada Tambang Terbuka Dengan Menggunakan Bahasa Pemrogramman *Visual Basic 6*". Kesalahan seperti *syntax error*, kesalahan logika, *run time error* sangat umum terjadi saat menyusun suatu algoritma program. Hal-hal yang membedakkan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu, penelitian ini berfokus kepada perhitungan lemparan *flyrock*, sedangkan peneliti sebelumnya menghasilkan *output data* berupa saran rancangan geometri peledakan, peneliti sebelumnya membandingkan hasil perhitungan rancangan geometri peledakam dengan aplikasi dan dengan

cara manual secara teoritis (menggunakan data sekunder berupa studi kasus), sedangkan penelitian ini membandingkan Perhitungan prediksi lemparan *flyrock* menggunakan aplikasi secara teoritis dengan lemparan aktual di lapangan yang di plot dengan GPS (data sekunder studi kasus).

Keunggulan dan Kelemahan Aplikasi

Dengan terciptanya program aplikasi komputasi ini, terdapat beberapa keunggulan pada program ini antara lain, kemudahan pengoperasian program, tampilan program yang sederhana dan fleksibel membuat *user* mudah dalam menginput suatu parameter geometri peledakan, secara garis besar pengoperasian program hanya perlu menginput parameter sesuai teori yang ingin diuji pada kolom, lalu melakukan perintah eksekusi untuk mendapatkan hasil *output* program.

Aplikasi mudah didapatkan, aplikasi mudah didapatkan baik secara online maupun offline, karena kapabilitas *source* yang dapat dipindahkan hanya dengan *drag and copy* atau dengan di *upload* jika ingin mendapatkan secara *online.* Aplikasi akan menunjang efisiensi waktu, kemudahan pengoperasian aplikasi akan menghemat waktu dibandingkan melakukan perhitungan secara *manual*. Aplikasi ini dapat menyimpan data secara langsung yang telah dilengkapi *form table*, beserta *output form* grafik secara otomatis (fasilitas statistika lengkap).

Kelemahan yang dapat disimpulkan pada aplikasi ini yaitu pertama, aplikasi belum dapat melakukan pencetakan data, jika ingin melakukan pencetakan *output* hasil program, bisa dilakukan dengan cara *snipping* tool atau printscreen dari layar. Kedua, kemampuan yang terbatas, Aplikasi ini difokuskan hanya menhitung *flyrock* serta *output* grafik perbandingan *flyrock.* Serta keterbatasan penyusunan algoritma *programmer* membuat fitur-fitur pada aplikasi menjadi terbatas, ini merupakan salah satu kelemahan pada aplikasi ini. Dan ketiga, keterbatasan rumus empiris, perhitungan rumus pada aplikasi ini dibatasi oleh teori yang telah ditentukan, perlu dilakukan pengkajian analisis dimensi untuk mendapatkan satu rumus baru yang lebih akurat untuk memprediksi hasil perhitungan lemparan *flyrock* karena *output* program belum sesuai dengan kenyataan yang sebenarnya.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang berkaitan dengan pembuatan program aplikasi serta implementasi studi kasus, yaitu:

1. Terdapat beberapa keunggulan dan kelemahan aplikasi yang dapat disimpulkan yaitu:

a. Program bantu komputasi ini akan menunjang efektivitas waktu dan tenaga dibandingkan dengan melakukan Perhitungan secara manual.
b. Tampilan program yang sederhana dan fleksibel membuat *user* mudah dalam menginput suatu parameter geometri peledakan,
c. Aplikasi mudah didapatkan baik secara online maupun offline, karena kapabilitas *source* yang dapat dipindahkan hanya dengan *drag and copy*
d. Kelemahan pada aplikasi ini yaitu aplikasi belum dapat melakukan pencetakan data.
e. Keterbatasan penyusunan algoritma *programmer* membuat fitur-fitur pada aplikasi menjadi terbatas.
f. Keterbatasan rumus empiris membuat *output* aplikasi masih belum relevan/sesuai dengan kenyataan yang sebenarnya.

2. Berdasarkan perbandingan hasil perhitungan aplikasi dengan hasil lemparan *flyrock* aktual di lapangan didapatkan Persentase deviasi sebesar 14.58% untuk *face burst, 26.49%* untuk *cratering, 58.76%* untuk *Lundborg,* 35.05% untuk *Swedish model,* 26.39% untuk *American.*

Adapun saran untuk perbaikan lebih lanjut adalah :

1. Perbaikan program sehingga dapat melakukan perancangan, visualisasi dan pencetakan baik berupa data atau *output* program.
2. Penambahan fitur-fitur tertentu sehingga membuat program menjadi lebih aplikatif disertasi penyusunan algoritma yang baik.
3. Sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut yang bersifat men-detail untuk memperoleh hasil lemparan *flyrock* atau rumus yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Carlos, L.J. 2007. *Drilling and blasting of rocks.* New York. USA

[2] Ghasemi, E. 2012. *Development of an Empirical Model for Predicting The Effects of Controllable Blasting Parameters on Flyrock Distance in Surface Mines. International Journal of Rock Mechanic and Mining Sciences*, p. 163-170.

[3] Hustrulid, W. 1999. *Blasting Principles For Open Pit Mining*. Colorado. USA

[4] Kamadribrata, S. 2000. *Pelatihan Pengawas Tambang (Mining Supervisory Training)*. BHP kerjasama PT. Arutmin Indonesia. Tambang Senakin. Tanah Laut.

[5] Koesnaryo, S. 1998. *Teknik Pemboran dan Peledakan*. Jurusan Teknik Pertambanagn Universitas Pembangunan Nasional ”Veteran”.Yogyakarta:UPN

[6] Paul, B. 2009. *How To Get Started Using Microsoft Access Even If You've Never Used It Before.* London. UK.

[7] Richard, A. B., Adrian J. M. 2005. *Golden Pike Cut Back Fly Rock Control and Calibration of a Predictive Model. Terrock Consulting Engineers,* Australia.

[8] Shanty, V.A.N. 2018. *Analisis Prediksi Jarak Lemparan Flyrock Pada Kegiatan Peledakan Di Pt Darma Henwa Site Satui Kabupaten Tanah Bumbu Provinsi Kalimantan Selatan*. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarbaru. Kalimantan selatan.

[9] Atmodjo, T.S. 2011. *Penyusunan Program Aplikasi Komputasi Perancangan Peledakan Pada Tambang Terbuka Dengan Menggunakan Bahasa Pemrogramman Visual Basic 6*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. Yogyakarta.