

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang sudah dilakukan tentang implementasi *discrete probability distribution* pada *video games fishing simulation* menggunakan keacakan metode *linear congruential*, dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Hasil dari *product design* adalah berupa perencanaan model dan diagram. Hasil dari *product development* adalah berupa instrumen penelitian yang sesuai dengan perencanaan pada *product design* untuk di-evaluasi. Hasil dari *product evaluation* adalah data mentah hasil percobaan atau hasil observasi yang telah dilakukan. Hasil dari pengembangan produk di-evaluasi secara *internal* hingga menghasilkan 100.000 data. 100.000 data ini kemudian dipisahkan menjadi 114 data untuk *uniform distribution* dan 99.886 data untuk *frequency distribution*. Data yang sudah dipisahkan kemudian dituangkan dalam bentuk data siap uji seperti tabel, grafik, dan histogram.
2. Pada tahap *product validation* dilakukan pengujian *mean*, *variance*, *standard deviation*, dan *pearson's chi-squared goodness of fit test* untuk melakukan pembuktian kesesuaian antara model perencanaan pada *product design* dengan hasil observasi atau hasil *product evaluation*. Pada pengujian *mean*, *variance*, dan *standard deviation*, peneliti menggunakan 90 *record* data atau 5 *sequence* angka untuk jenis *uniform distribution* dan 90.744 *record* data atau 3 *sequence* angka untuk jenis *frequency distribution* terhitung dari indeks ke 50.001 hingga maksimal indeks ke 150.000. Pengujian *mean* membuktikan bahwa antara data pada model perencanaan dengan data hasil observasi sama-sama menghasilkan $\mu_x = 8.5$ untuk *uniform distribution* dan $\mu_x = 2.353081195450939$ untuk *frequency distribution*. Pengujian *variance* membuktikan bahwa antara data pada model perencanaan dengan data hasil observasi sama-sama menghasilkan $\sigma^2_x = 26.91666667$ untuk

uniform distribution dan $\sigma^2_x = 11.59367165$ untuk *frequency distribution*. Pengujian *standard deviation* membuktikan bahwa antara data pada model perencanaan dengan data hasil observasi sama-sama menghasilkan $\sigma_x = 5.188127472$ untuk *uniform distribution* dan $\sigma_x = 3.404948112$ untuk *frequency distribution*. Pada pengujian *pearson's chi-squared goodness of fit test*, peneliti menggunakan 3 sampel data observasi untuk kedua jenis distribusi yaitu $i + 0$, $i + 6$, dan $i + 12$ untuk *uniform distribution* dan serta $i + 0$, $i + 20000$, dan $i + 30000$ untuk *frequency distribution*. Masing masing sampel data memiliki panjang data 1 *sequence* (18 *record* untuk *uniform* dan 30.248 *record* untuk *frequency*). Pengujian *pearson's chi-squared goodness of fit test* membuktikan bahwa antara 3 sampel data dengan data pada model perencanaan adalah cocok dan sesuai dengan $\chi^2 = 0$ baik itu untuk *uniform distribution* ataupun untuk *frequency distribution*.

Peneliti menarik kesimpulan bahwa permasalahan yang telah dirumuskan pada rumusan masalah telah terpecahkan oleh penelitian yang telah dilakukan. Hasil perbandingan data perencanaan pada *product design* dengan data hasil observasi pada *product evaluation* adalah sesuai dan akurat.

5.2 Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan, peneliti memiliki beberapa kendala (*temporary error*) yang ditemui, saran, dan rekomendasi untuk peneliti atau penelitian yang meneliti tentang studi yang sama atau bahkan mengacu kepada penelitian ini. Adapun kendala yang pernah peneliti temui dalam proses penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kesulitan dalam menentukan 4 (empat) variabel LCG agar dapat menghasilkan deret angka yang didistribusikan secara *uniform*. Kendala ini dipecahkan oleh teorema Hull-Dobell yang dijelaskan dalam tulisan Knuth (1997) tentang LCG *full-period*.
2. Kesulitan dalam menentukan kualitas *randomness* yang dihasilkan. Hal ini berada di luar topik penelitian namun dapat menjadi sorotan ketika

randomness yang diimplementasikan harus *secure* berdasarkan syarat *cryptography*. Hal ini dapat diminimalisir dengan menggunakan teorema deret bertingkat untuk menghasilkan pola angka yang sulit ditebak.

3. Kesulitan dalam hal teknis yaitu melakukan integrasi sistem antara sub-sistem *game client*, *server API library*, dan *game server* agar menjadi sebuah kesatuan yang utuh. Hal ini disebabkan perbedaan pondasi setiap sub-sistem pada awal penelitian. Kendala ini diselesaikan dengan menulis ulang program ketiga sub-sistem agar sinkron antara satu dengan yang lainnya.
4. Kesulitan dalam menentukan metode pengujian yang sederhana dan tepat sasaran. Sebelum digunakannya *mean*, *variance*, *standard deviation*, dan *chi-square test*, peneliti sempat mencoba *diehard test* dan *uniformity test*, namun *scope* pengujian berada di luar topik penelitian dan hasil pengujian tidak memiliki korelasi dengan perbandingan antara 2 distribusi yang diteliti. *Chi-square* dipilih oleh peneliti karena sifatnya yang global dan dapat digunakan pada hampir seluruh distribusi statistik.

Adapun saran dan rekomendasi yang peneliti ajukan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan implementasi LCG yang mampu beradaptasi dengan kasus yang berbeda-beda. Implementasi LCG yang sama dapat diterapkan pada studi kasus dan data penelitian yang berubah-ubah. Ketika berhadapan dengan studi kasus yang berbeda, LCG tidak memerlukan proses desain ulang 4 (empat) variabel namun dapat melakukan pemilihan 4 (empat) variabel secara otomatis dengan melakukan pembangkitan angka melalui teorema Hull-Dobell.
2. Melakukan perbandingan performa antara *randomness* LCG dengan *randomness* LFSR (*Linear Feedback Shift Register*) dengan studi kasus yang sama yaitu implementasi *discrete probability distribution* pada *video games*.
3. Melakukan implementasi *uniform distribution randomness* LCG kepada algoritma lain yang menggunakan *randomness* sebagai algoritma pendukung seperti Monte-Carlo Simulation, Fisher-Yates Shuffling, atau Langevin Equation.

4. Penelitian meliputi keterkaitan *uniform distribution randomness* dengan sektor bisnis untuk membuktikan bahwa *randomness* di bidang bisnis sangat berperan penting. Contohnya penggunaan *randomness* di Mesin Slot, *Black Jack*, *Shuffle Media Player*, atau *Unique Serial Number Generator* pada distribusi *Software*, *Nonce Generation* pada *server validation*, dan *virtual goods loot boxes*.
5. Menggunakan model distribusi lain seperti *Binomial Distribution*, *Normal Distribution*, *Poisson Distribution*, *Gaussian Distribution*, atau distribusi lain untuk variasi data yang dihasilkan.
6. Melakukan pengujian penelitian dengan metode lain seperti *Two-Sample t Statistic Test* menggunakan *normal distribution*.
7. Melakukan implementasi *time-based pattern change* untuk menambah tingkat keacakan *probability distribution* yang dihasilkan setiap berakhirnya *sequence* pembangkitan angka acak. *Pattern change* dapat dilakukan pada waktu-waktu tertentu yang telah ditentukan oleh pengembang game untuk mendapatkan keuntungan kontrol.