

**ANALISIS DAMPAK *DYNAMIC DIFFICULTY ADJUSTMENT*
PADA GIM VIRTUAL BIOTOPE UNTUK MENINGKATKAN
PENGALAMAN PEMAIN**

SKRIPSI

Disusun dan diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



Oleh:

Dhafin Rizqullah Hadiputro

2000053

PROGRAM STUDI REKAYASA PERANGKAT LUNAK

KAMPUS UPI DI CIBIRU

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2024

**ANALISIS DAMPAK *DYNAMIC DIFFICULTY ADJUSTMENT* PADA
GIM VIRTUAL BIOTOPE UNTUK MENINGKATKAN
PENGALAMAN PEMAIN**

Oleh
Dhafin Rizqullah Hadiputro

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer Rekayasa Perangkat Lunak

© Dhafin Rizqullah Hadiputro
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2024

Hak cipta dilindungi Undang-Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

HALAMAN PENGESAHAN

DHAFIN RIZQULLAH HADIPUTRO
ANALISIS DAMPAK *DYNAMIC DIFFICULTY ADJUSTMENT* PADA GIM
VIRTUAL BIOTOPE UNTUK MENINGKATKAN PENGALAMAN
PEMAIN

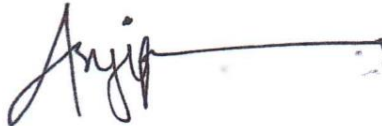
Disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing I



Yulia Retnowati, S.Pd., M.T.
NIP 920230219960729201

Pembimbing II



Asyifa Imanda Septiana, S.Pd., M.Eng.
NIP 920190219920228201

Mengetahui

Ketua Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



Mochamad Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom.
NIP 920190219910328101

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Dampak Dynamic Difficulty Adjustment Pada Gim Virtual Biotope Untuk Meningkatkan Pengalaman Pemain” ini, beserta seluruh isinya merupakan hasil karya asli saya sendiri. Saya dengan tegas menyatakan bahwa Saya tidak melakukan penjiplakan atau mengutip dengan cara yang melanggar etika ilmiah yang berlaku dalam komunitas keilmuan. Saya siap menerima risiko atau sanksi apabila di kemudian hari terbukti adanya pelanggaran etika keilmuan atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya ini.

Bandung, 2 Agustus 2024



Dhafin Rizqullah Hadiputro

NIM 2000053

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur yang mendalam kehadirat Allah SWT atas segala nikmat dan hidayah-Nya yang telah memungkinkan untuk penyelesaian skripsi berjudul “Analisis Dampak Dynamic Difficulty Adjustment Pada Gim Virtual Biotope Untuk Meningkatkan Pengalaman Pemain”. Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak. Penulis juga ingin menyampaikan rasa terimakasih yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini, terutama kepada:

1. Orang Tua, saudara, serta keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan motivasi untuk terus mengerjakan skripsi.
2. Dosen pembimbing pertama penulis yaitu Ibu Yulia Retnowati, S.Pd., M.T. yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam segala situasi.
3. Dosen pembimbing kedua penulis yaitu Ibu Asyifa Imanda Septiana, S.Pd., M.Eng. yang selalu memberikan bimbingan dan arahan dalam segala situasi.
4. Bapak Mochammad Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom., selaku ketua program studi Rekayasa Perangkat Lunak.
5. Seluruh dosen yang mengajar dan telah berbagi ilmu di program studi Rekayasa Perangkat Lunak.
6. Rekan-rekan mahasiswa Rekayasa Perangkat Lunak dalam penelitian Virtual Biotope yang telah berjuang bersama sejak awal perancangan proposal hingga skripsi.
7. Seluruh mahasiswa Rekayasa Perangkat Lunak Universitas Pendidikan Indonesia.
8. Theodor Bratahalim, S.Kom. selaku mentor penulis pada program Kampus Merdeka studi independen di Skilvul yang telah berbagi banyak ilmu dan pengalaman di industri yang berharga.
9. Rekan kerja di PT. Kalbe Farma yang telah berbagi banyak ilmu kepada penulis selama magang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dan membantu. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih sangat banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Semoga semua kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Aamiin.

Bandung 02 Agustus 2024

Dhafin Rizqullah Hadiputro
NIM. 2000053

**ANALISIS DAMPAK *DYNAMIC DIFFICULTY ADJUSTMENT* PADA GIM
VIRTUAL BIOTOPE UNTUK MENINGKATKAN PENGALAMAN
PEMAIN**

ABSTRAK

Virtual Biotope merupakan gim kasual tiga dimensi berbasis platform *mobile* yang dirancang sebagai gim yang mudah dipelajari dan tidak sulit untuk dimainkan. Berdasarkan survei, Virtual Biotope memiliki kekurangan dari segi eksplorasi burung yang sulit menurut responden dengan kriteria pemain gim rutin setiap minggu. Dua komponen menghasilkan skor sangat rendah yaitu kompetensi dengan 2,79 dan *Positive Effect* dengan 2,62. Sementara komponen *Negative effect* dan *Tension* yang mengukur pengalaman buruk mendapat skor tinggi yaitu 3,6 dan 3,12. *Dynamic Difficulty Adjustment* (DDA) dipilih sebagai metode untuk memberikan tingkat kesulitan yang sesuai dengan pemain. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis dampak DDA dalam permainan Virtual Biotope. DDA diterapkan menggunakan struktur data *Behaviour Tree*. Kuesioner *Game Experience Questionnaire* (GEQ) digunakan untuk mengukur beberapa hal terkait pengalaman pemain kepada partisipan dengan dua kategori yaitu dengan frekuensi bermain gim tinggi dan rendah. Analisis akan dibagi yaitu evaluasi skor GEQ dan perbandingan skor sebelum dan sesudah implementasi DDA menggunakan uji t. Hasil analisis melalui GEQ menunjukkan skor positif bagi seluruh responden dengan skor tertinggi pada komponen *Sensory and Imaginative Immersion* dan *Positive Effect* dengan 4 dan 3,9. Meskipun tidak ada perbedaan signifikan antara skor sebelum dan sesudah penerapan DDA pada kategori frekuensi bermain gim rendah, analisis berdasarkan kategori frekuensi bermain tinggi menunjukkan bahwa responden yang rutin bermain gim lebih mampu beradaptasi, dengan beberapa komponen mengalami peningkatan signifikan seperti *Competence* dari 2,9 ke 3,5 dan *Positive Effect* dari 3,3 ke 3,9. Sementara komponen *Flow* mengalami penurunan dari 3,5 ke 2,9.

Kata kunci: Virtual Biotope, *game balancing*, Pengalaman Pemain, *Dynamic Difficulty Adjustment*, *Behaviour Tree*,

**ANALYSIS THE IMPACT OF DYNAMIC DIFFICULTY ADJUSTMENT ON
THE VIRTUAL BIOTOPE GAME TO IMPROVE PLAYER
EXPERIENCE**

ABSTRACT

Virtual Biotope is a casual three-dimensional mobile game designed to be easy to learn and not difficult to play. Based on a survey, Virtual Biotope has a drawback regarding exploration, which respondents with the criteria of regularly playing games every week found challenging. Two components scored low, namely Competence with 2.79 and Positive Effect with 2.62. Meanwhile, Negative Effect and Tension components, which measure negative experiences, received high scores of 3.6 and 3.12. Dynamic Difficulty Adjustment (DDA) was chosen as a method to provide an appropriate difficulty level for players. The purpose of this research is to analyze the impact of DDA in the game Virtual Biotope. DDA is implemented using Behaviour Tree data structures. The Game Experience Questionnaire (GEQ) was used to measure several aspects of player experiences among participants, divided into two categories: high and low game-playing frequency. The analysis will be divided into the evaluation of GEQ scores and comparing scores before and after DDA implementation using t-test. The results are positive, with the highest scores on the Sensory and Imaginative Immersion and Positive Effect components, at 4 and 3.9, respectively. Although there was no significant difference between the scores before and after DDA implementation in the low game-playing frequency category, the high game-playing frequency category showed that respondents who regularly play games were better to adapt, with several components showing significant improvements, such as Competence from 2.9 to 3.5 and Positive Effect from 3.3 to 3.9. Meanwhile, the Flow experienced a decrease from 3.5 to 2.9.

Keywords: *Virtual Biotope, game balancing, player experience, Dynamic Difficulty Adjustment, Behaviour Tree*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 <i>State of the Art</i>	5
2.2 Peta Literatur.....	9
2.3 Virtual Biotope	9
2.4 <i>Game Balancing</i>	10
2.5 <i>Player Experience</i>	13
2.6 <i>Flow Theory</i>	12
2.7 <i>Dynamic Difficulty Adjustment</i>	14
2.8 <i>Behaviour Tree</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Desain Penelitian	18
3.1.1 Klarifikasi Penelitian	19
3.1.2 Studi Deskriptif I	20
3.1.3 Studi Preskriptif	20

3.1.4 Studi Deskriptif II	22
3.2 Partisipan Penelitian	22
3.3 Instrumen Penelitian	23
3.4 Alur Pengujian	24
3.5 Teknik Analisis Data	25
3.6 Alat Penelitian.....	28
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Implementasi <i>Dynamic Difficulty Adjustment</i> Virtual Biotope	29
4.1.1 Implementasi DDA Dalam Mekanik Inti Virtual Biotope.....	29
4.1.2 Perilaku Agen Burung	30
4.1.3 Struktur <i>Behaviour Tree</i>	31
4.1.3.1 <i>Check Progress Node</i>	32
4.1.3.2 <i>Dynamic Cooldown Node</i>	33
4.1.3.3 <i>Dynamic Idle Spot Node</i>	33
4.2 Hasil Pengujian	34
4.2.1 Uji Normalitas.....	35
4.2.2 Uji Validitas dan Reliabilitas	35
4.2.3 Hasil Skor Seluruh Data Responden.....	37
4.2.4 Hasil Skor Berdasarkan Frekuensi Bermain	38
4.2.4.1 Kategori <i>Non-Frequent Game</i>	38
4.2.4.2 Kategori <i>Frequent Gamers</i>	39
4.2.5 Hasil Perbandingan Skor Seluruh Data Responden.....	40
4.2.6 Hasil Perbandingan Skor Berdasarkan Frekuensi Bermain	41
4.2.6.1 Kategori <i>Non-Frequent Gamers</i>	41
4.2.6.2 Kategori <i>Frequent Gamers</i>	42
4.3 Analisis dan Pembahasan.....	43
4.3.1 Analisis Implementasi DDA.....	43
4.3.2 Analisis Perbandingan Intervensi DDA.....	44

BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Implikasi	47
5.3 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3. 1 Ilustrasi Studi Desain <i>Within-subjects</i>	23
Tabel 3. 2 Elemen Dalam Kuesioner Game Experience Questionnaire	24
Tabel 3. 3 Skala Likert.....	25
Tabel 3. 4 Alur Pengujian Gim Virtual Biotope.....	25
Tabel 4. 1 Hasil Uji Normalitas Data Responden.....	35
Tabel 4. 2 Hasil Uji Validitas Komponen GEQ	36
Tabel 4. 3 Hasil Uji Reliabilitas Komponen GEQ.....	36
Tabel 4. 4 Nilai Rata-rata dan Hasil Uji T Seluruh Responden.....	40
Tabel 4. 5 Nilai Rata-rata dan Hasil Uji T <i>Non-Frequent Gamers</i>	41
Tabel 4. 6 Nilai Rata-rata dan Hasil Uji T <i>Frequent Gamers</i>	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Literatur.....	9
Gambar 2. 2 Model <i>Flow State</i> (Csikszentmihalyi, 2014).	12
Gambar 3. 1 Desain Penelitian	18
Gambar 3. 2 Diagram Skema Sistem <i>Dynamic Difficulty Adjustment</i>	20
Gambar 3. 3 Desain Struktur <i>Behaviour Tree</i>	21
Gambar 4. 1 Tampilan Antarmuka Virtual Biotope	29
Gambar 4. 2 Agen Burung Dalam Perilaku Terbang.....	30
Gambar 4. 3 Lokasi Bertengger Setiap Jenis Burung.....	31
Gambar 4. 4 Struktur Behaviour Tree Dalam Proyek Unity	32
Gambar 4. 5 Kategori Responden Berdasarkan Frekuensi Bermain Gim	35
Gambar 4. 6 Skor GEQ Berdasarkan Seluruh Data responden	37
Gambar 4. 7 Skor GEQ Kategori <i>Non-Frequent Gamers</i>	38
Gambar 4. 8 Skor GEQ Kategori <i>Frequent Gamers</i>	39
Gambar 4. 9 Perbandingan Hasil Skor DDA.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Diagram Besar Topik Penelitian	58
Lampiran 2 Skor Penilaian GEQ Untuk Survei Penelitian.....	58
Lampiran 3 Kritik dan Umpan Balik Responden Mengenai Eksplorasi Pada Gim Sebelum Mengimplementasikan DDA.....	59
Lampiran 4 Skor Penilaian GEQ Untuk Hasil Penelitian.....	60
Lampiran 5 Kritik dan Umpan Balik Responden Mengenai Gim Setelah Mengimplementasikan DDA.....	61
Lampiran 6 Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov Test.....	63
Lampiran 7 Grafik Perbandingan Hasil GEQ Pada Kategori Seluruh Responden	65
Lampiran 8 Grafik Perbandingan Hasil GEQ Pada Kategori <i>non-frequent gamers</i>	65
Lampiran 9 Grafik Perbandingan Hasil GEQ Pada Kategori <i>frequent gamers</i>	65

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadiarsyi, I., Brata, K. C., & Akbar, M. A. (2021). Evaluasi User Experience Genre Beat'em Up 2 Dimensi (2D) Pada Game PawPawPaw dari Simpleton Studio Menggunakan Metode Game Experience Questionnaire (GEQ). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 5(2), 666-674.
- Acland, D. J. (2020). An Investigation of Flow Theory in an Online Game. *Review of Behavioral Economics*, 7(4), 317-336.
<https://doi.org/10.1561/105.00000127>
- Akbar, N. R., Jonemaro, E. M. A., & Afirianto, T. (2018). Evaluasi User Experience Pada Game Hearthstone Dengan Menggunakan Metode Game Experience Questionnaire. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(12), 7551-7558.
- Ardiadna, R. J., & Setiawan, A. (2023). Adaptive Difficulty in Earthquake Mitigation Game Using Fuzzy Mamdani. *Recursive Journal of Informatics*, 1(1), 35-46. <https://doi.org/10.15294/rji.v1i1.66543>
- Aslan, A., Çoban, M., Yılmaz, T., & Göktaş, Y. (2017). The native symbols engaging turkish players to digital games in a playability perspective. *Simulation & Gaming*, 48(4), 480-497.
<https://doi.org/10.1177/1046878117704684>
- Abdul Aziz, M. L. (2023). Perancangan gameplay serious game pada virtual biotope menggunakan metode gameplay loop (Skripsi S1, Universitas Pendidikan Indonesia). <http://repository.upi.edu/id/eprint/97128>

- Beatty, I. D. (2014). Gaming the system: Video games as a theoretical framework for instructional design. *Learning and becoming in practice: The International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2014* (Vol. 1, pp. 136-143).
- Becker, A., & Görlich, D. (2020). What is game balancing?-an examination of concepts. *ParadigmPlus*, 1(1), 22-41. <https://doi.org/10.55969/paradigmplus.v1n1a2>
- Belle, S., Gittens, C., & Graham, T. N. (2019, June). Programming with affect: How behaviour trees and a lightweight cognitive architecture enable the development of non-player characters with emotions. In *2019 IEEE Games, Entertainment, Media Conference (GEM)* (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/GEM.2019.8811542>
- Biggar, O., Zamani, M., & Shames, I. (2020). A principled analysis of behavior trees and their generalisations. arXiv preprint arXiv:2008.11906.
- Blessing, L. T. M., & Chakrabarti, A. (2009). *DRM, a Design Research Methodology*. Springer-Verlag London.
- Brathwaite, B., & Schreiber, I. (2008). *Challenges for Game Designers* (1st ed.). Charles River Media, Inc.
- Chew, E., & Mitchell, A. (2019). Bringing art to life: examining poetic gameplay devices in interactive life stories. *Games and Culture*, 15(8), 874-901. <https://doi.org/10.1177/1555412019853372>
- Cong, Z., Chu, L., Yang, Y., & Pei, J. (2020). Comprehensible counterfactual explanation on kolmogorov-smirnov test. arXiv preprint

arXiv:2011.01223. <https://doi.org/10.14778/3461535.3461546>

- Csikszentmihalyi, M. (2014). Applications of flow in human development and education (pp. 153-172). Dordrecht: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9094-9>
- Fanani, I., Djati, S., & Silvanita, K. (2017). Pengaruh kepuasan kerja dan komitmen organisasi terhadap organizational citizenship behaviour (OCB). *Fundamental Management Journal*, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta.
- Guo, Z., Thawonmas, R., & Ren, X. (2024). Rethinking dynamic difficulty adjustment for video game design. *Entertainment Computing*, 50, 100663. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100663>
- Hastjarjo, T. D. (2014). Rancangan eksperimen acak. *Buletin Psikologi*, 22(2), 73-86. <https://doi.org/10.22146/bpsi.11455>
- Hendrisman, H., Yuhasnil, Y., & Hasmi, L. (2023). Penggunaan model model pembelajaran CIRC terhadap keterampilan menulis artikel. *Jurnal KIBASP (Kajian Bahasa, Sastra dan Pengajaran)*, 6(2), 275-286. <https://doi.org/10.31539/kibasp.v6i2.5630>
- IJsselsteijn, W. A., De Kort, Y. A., & Poels, K. (2013). The game experience questionnaire.
- Iovino, M., Förster, J., Falco, P., Chung, J. J., Siegart, R., & Smith, C. (2024). Comparison between Behavior Trees and Finite State Machines. Manuscript submitted for publication, *IEEE Transactions on Robotics*.
- Iovino, M., Scukins, E., Styrod, J., Ögren, P., & Smith, C. (2022). A survey of behavior trees in robotics and ai. *Robotics and Autonomous Systems*, 154, 104096. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2022.104096>

- Islami, N. Z. (2023). Pengembangan virtual joystick pada game Virtual Biotope menggunakan metode design thinking (Skripsi Sarjana, Universitas Pendidikan Indonesia). <http://repository.upi.edu/id/eprint/101077>
- Khoirunnisa, N. A. (2023). Rekayasa kebutuhan dalam gim pembelajaran “Virtual Biotope” menggunakan metode design thinking (Skripsi Sarjana, Universitas Pendidikan Indonesia). <http://repository.upi.edu/id/eprint/97077>
- Kniewel, C., Pejic, A., Krüger, L., Ziegler, C., & Adamy, J. (2023). Boids Flocking Algorithm for Situation Assessment of Driver Assistance Systems. *IEEE Open Journal of Intelligent Transportation Systems*, 4, 71-82. <https://doi.org/10.1109/OJITS.2023.3236985>
- Kosa, M., & Uysal, A. (2021). The role of need satisfaction in explaining intentions to purchase and play in pokémon go and the moderating role of prior experience. *Psychology of Popular Media*, 10(2), 187-200. <https://doi.org/10.1037/ppm0000285>
- Larche, C. J., & Dixon, M. J. (2020). The relationship between the skill-challenge balance, game expertise, flow and the urge to keep playing complex mobile games. *Journal of behavioral addictions*, 9(3), 606-616. <https://doi.org/10.1556/2006.2020.00070>
- Law, E. L. C., Brühlmann, F., & Mekler, E. D. (2018, October). Systematic review and validation of the game experience questionnaire (geq)-implications for citation and reporting practice. In Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play (pp. 257-270). <https://doi.org/10.1145/3242671.3242683>

- Lessel, P., Altmeyer, M., & Brauner, N. (2019, October). Crowdjump: Investigating a Player-Driven Platform Game. In Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play (pp. 149-159). <https://doi.org/10.1145/3311350.3347168>
- Li, H. (2023). Identifying the science and art of interactive experiences. *Advances in Economics Management and Political Sciences*, 58(1), 96-101. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/58/20230831>
- McAllister, G., & Long, S. (2018). A framework for player research. In A. Drachen, P. Mirza-Babaei, & L. Nacke (Eds.), *Games User Research* (pp. 0). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198794844.003.0008>
- McAllister, G., & Long, S. (2018). A framework for player research. *Games user research*, 116-138. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198794844.003.0008>
- Monley, C. M., Liese, B. S., & Oberleitner, L. M. (2024). Gamers' and non-gamers' perspectives on the development of problematic video game play. *Current Psychology*, 43(1), 552-561. <https://doi.org/10.1007/s12144-023-04278-w>
- Moschovitis, P., & Denisova, A. (2022). Keep calm and aim for the head: Biofeedback-controlled dynamic difficulty adjustment in a horror game. *IEEE Transactions on Games*, 15(3), 368-377. <https://doi.org/10.1109/TG.2022.3179842>
- Ogren, P. (2012, August). Increasing modularity of UAV control systems using computer game behavior trees. In *Aiaa guidance, navigation, and control conference* (p. 4458). <https://doi.org/10.2514/6.2012-4458>

- Osborne O'Hagan, A., Coleman, G., & O'Connor, R. V. (2014). Software development processes for games: A systematic literature review. In *Systems, Software and Services Process Improvement: 21st European Conference, EuroSPI 2014, Luxembourg, June 25-27, 2014. Proceedings 21* (pp. 182-193). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-43896-1_16
- Palau, M., Marron, E. M., Viejo-Sobera, R., & Redolar-Ripoll, D. (2017). Neural basis of video gaming: A systematic review. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 231323. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00248>
- Parreiras, M., Marques, P., & Xexéo, G. (2023). A taxonomy of game balancing elements. *Anais Estendidos do Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, 1-11. https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2023.233888
- Paul, H., Bowman, N., & Banks, J. (2015). The enjoyment of griefing in online games. *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, 7(3), 243-258. https://doi.org/10.1386/jgvw.7.3.243_1
- Pfau, J., & Seif El-Nasr, M. (2023). On ko: Joining Player-and Data-Driven Analytics. *ACM Games: Research and Practice*. <https://doi.org/10.1145/3675807>
- Pfau, J., Smeddinck, J. D., & Malaka, R. (2020, April). Enemy within: Long-term motivation effects of deep player behavior models for dynamic difficulty adjustment. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-10). <https://doi.org/10.1145/3313831.3376423>

- Rahman, A., Rokhmawati, R. I., & Az-Zahra, H. M. (2021). Evaluasi User Experience Pada Game PC Building Simulator Dengan Menggunakan Metode Game Experience Questionnaire (GEQ). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(1), 53-59. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.111497>
- Rezapour, M. M., Fatemi, A., & Nematbakhsh, M. A. (2024). A methodology for using players' chat content for dynamic difficulty adjustment in metaverse multiplayer games. *Applied Soft Computing*, 156, 111497.
- Romero-Mendez, E. A., Santana-Mancilla, P. C., Garcia-Ruiz, M., Montesinos-López, O. A., & Anido-Rifón, L. E. (2023). The use of deep learning to improve player engagement in a video game through a dynamic difficulty adjustment based on skills classification. *Applied Sciences*, 13(14), 8249. <https://doi.org/10.3390/app13148249>
- Schell, J. (2019). *The art of game design: A book of lenses* (3rd ed.). CRC Press.
- Schreiber, I., & Romero, B. (2021). *Game Balance*. <https://doi.org/10.1201/9781315156422>
- Senoaji, A. H., Haryanto, H., & Novianto, S. (2024). Implementasi Behaviour Tree Untuk Mengatur Perilaku NPC Musuh Pada Game 2D Platformer Cyberun. *TECHNO CREATIVE*, 1(2), 88-95. <https://doi.org/10.62411/tcv.v1i2.2061>
- Sepulveda, G. K., Besoain, F., & Barriga, N. A. (2019, November). Exploring dynamic difficulty adjustment in videogames. In *2019 IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON)* (pp. 1-6). IEEE.

<https://doi.org/10.1109/CHILECON47746.2019.8988068>

Serbinowska, S. S., & Johnson, T. T. (2022, September). BehaVerify: verifying temporal logic specifications for behavior trees. In International Conference on Software Engineering and Formal Methods (pp. 307-323). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-17108-6_19

Slamet, R., & Wahyuningsih, S. (2022). Validitas dan reliabilitas terhadap instrumen kepuasan kerja. *Aliansi: Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 17(2). <https://doi.org/10.46975/aliansi.v17i2.428>

Soedargo, D. S. O., & Junaedi, H. (2022). Dynamic Difficulty Adjustment Berbasis Logika Fuzzy Untuk Procedural Content Generation Pada Permainan Roguelike. *Teknika*, 11(2), 98-105. <https://doi.org/10.34148/teknika.v11i2.468>

Soefana, F., Jonemaro, E. M. A., & Akbar, M. A. (2021). Penerapan Behavior Tree Untuk Pengambilan Keputusan Non-Player Character Pada Gim Balap. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 5(5), 1886-1890.

Sofyan, I. A., Akbar, M. A., & Afirianto, T. (2019). Implementasi Dynamic Difficulty Adjustment Pada Racing Game Menggunakan Metode Behaviour Tree. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3(1), 129-132.

Sofyan, I. A., Akbar, M. A., & Afirianto, T. (2019). Implementasi Dynamic Difficulty Adjustment Pada Racing Game Menggunakan Metode Behaviour Tree. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu*

Komputer, 3(1), 129-132.

Wagner, M. (2022). Frequency Discrimination in Video Game Players During Gameplay of Different Game Genres: A Case Study. *The Journal of Science and Medicine Student Articles*, 6(0), 96. <https://doi.org/10.37714/josam.vi0.96>

Wibowo, T., & Hardiwinata, W. H. (2023). Pengaruh Tingkat Kesulitan Tinggi Dalam Video Game Terhadap Motivasi Pemainnya. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 6(2), 1122-1132. <https://doi.org/10.31539/intecom.v6i2.7973>

Yu, D., Wang, S., Song, F., Liu, Y., Zhang, S., Wang, Y., ... & Zhang, Z. (2023). Research on user experience of the video game difficulty based on flow theory and fNIRS. *Behaviour & Information Technology*, 42(6), 789-805. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2043442>

Yuwono, M. R., & Virlia, S. (2022). Leisure Boredom Affects Gaming Disorder on Emerging Adult Smartphone Users. *ANIMA Indonesian Psychological Journal*, 37(1). <https://doi.org/10.24123/aipj.v37i1.2324>

Zohaib, M. (2018). Dynamic difficulty adjustment (DDA) in computer games: A review. *Advances in Human-Computer Interaction*, 20. <https://doi.org/10.1155/2018/5681652>