

TINJAUAN PUSTAKA**POTENSI PENGGUNAAN VIRTUAL REALITY DALAM PERSIAPAN PENCITRAAN MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI) UNTUK MENGURANGI KECEMASAN PADA ANAK**I Made Tobias Abdiman¹, Clara Meyly Tanaji²**ABSTRAK**

Pendahuluan: *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* sangat penting untuk dilakukan oleh pasien, termasuk pasien anak. Namun, prosedur ini sering kali menimbulkan kecemasan pada anak-anak. Kecemasan dapat berdampak negatif pada kesehatan dan kesejahteraan anak-anak. Oleh karena itu, diperlukan metode yang efektif untuk mengurangi kecemasan pada anak-anak sebelum dan selama pencitraan medis. Kajian ini melakukan rangkuman studi terkait potensi penggunaan *virtual reality (VR)* sebagai metode penanggulangan kecemasan pada anak yang menjalani pencitraan medis.

Pembahasan: Beberapa studi menunjukkan bahwa VR dapat memberikan paparan dan simulasi terkait prosedur MRI yang dapat membantu anak-anak memahami dan mengatasi rasa takut dan ketidakpastian mereka. VR juga dapat memberikan pengalihan perhatian *immersive* dan interaktif melalui permainan yang menarik dan menyenangkan. Studi tersebut menunjukkan bahwa VR dapat menurunkan tingkat kecemasan pada anak-anak sebelum dan selama MRI, serta meningkatkan kepuasan dan keterlibatan anak-anak dalam proses pencitraan.

Simpulan: VR memiliki potensi yang besar dalam persiapan MRI untuk mengurangi kecemasan pada anak-anak. VR dapat memberikan informasi, observasi, pemodelan, dan paparan yang dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan pada anak dalam menghadapi prosedur MRI. VR juga dapat memberikan distraksi yang efektif dan menyenangkan yang dapat mengalihkan perhatian anak-anak dari rasa sakit dan ketidaknyamanan yang mungkin timbul selama MRI. VR dapat menjadi metode yang inovatif dan bermanfaat untuk meningkatkan kualitas perawatan kesehatan bagi anak-anak yang menjalani pencitraan medis.

Kata kunci: *Virtual Reality, Magnetic Resonance Imaging, Kecemasan*

ABSTRACT

Introduction: *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* is essential for patients, including pediatric patients. However, these procedures often cause anxiety in children. Anxiety can have a negative impact on children's health and well-being. Therefore, there is a need for effective methods to reduce children's anxiety before and during medical imaging. This review summarizes studies related to the potential use of *Virtual Reality (VR)* as a method of anxiety management in children undergoing medical imaging.

Discussion: Some studies show that VR can provide exposure and simulation related to MRI procedures that can help children understand and overcome their fear and uncertainty. VR can also provide immersive and interactive distraction through engaging and fun games. These studies show that VR can reduce children's anxiety levels before and during MRI, as well as increase children's satisfaction and engagement in the imaging process.

Conclusion: VR has great potential in MRI preparation to reduce anxiety in children. VR can provide information, observation, modeling, and exposure that can increase children's knowledge and skills in dealing with MRI procedures. VR can also provide an effective and fun distraction that can distract children from the pain and discomfort that may arise during an MRI. VR can be an innovative and beneficial method to improve the quality of healthcare for children undergoing medical imaging.

Keywords: *Virtual Reality, Magnetic Resonance Imaging, Anxiety*

PENDAHULUAN

Pencitraan medis seperti *Magnetic Resonance Imaging (MRI)* sangat sering dilakukan oleh pasien, termasuk anak-anak. Namun, anak-anak rentan terhadap emosi negatif seperti takut, cemas, dan ketidakpastian ketika mereka menjalani prosedur pencitraan medis.^[1] Terdapat beberapa faktor seperti suara bising,

lingkungan yang tidak dikenal, kehadiran staf yang tidak dikenal, yang dapat menyebabkan kecemasan dan agitasi pada pasien yang menjalani MRI.^[2] Beberapa anak dapat menyuarakan ketakutan mereka. Sebagian anak lain yang masih dalam tahap perkembangan menunjukkan emosi negatif mereka dalam perilaku seperti menangis, gelisah, dan berhenti berbicara atau bermain, dan bahkan mencoba melarikan diri dari

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Mataram,

²Program Studi Kedokteran, Fakultas Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada

petugas kesehatan. Jika tidak tertangani, dampak yang muncul dapat berupa trauma akan menjalani prosedur medis dan penurunan kualitas mental anak.^[3]

Anak-anak juga dapat merasakan hal ini karena kurang mengerti akan situasi yang dihadapi dan terbatasnya kontrol anak terhadap lingkungan dan situasi di sekitarnya.^[4] Hal ini dapat meningkatkan kecemasan atau dapat mengakibatkan trauma, mengingat anak-anak memiliki kemampuan emosional dan kognitif.^[3] Kecemasan yang tidak diobati dapat meningkatkan risiko munculnya agitasi dan peningkatan rasa sakit. Konsekuensi jangka panjang dapat mencakup perkembangan gangguan kecemasan, *enuresis*, dan penghindaran perawatan kesehatan.^[5] Hal ini menyebabkan penanganan kecemasan pada prosedur medis penting, seperti pencitraan, harus dilakukan secara efektif oleh petugas kesehatan. Pengalihan perhatian, misalnya dengan metode *guided imagery* untuk relaksasi yang efektif mengurangi kecemasan pada pasien.^[6] Sedasi juga digunakan sebagai praktik standar untuk mengatasi tantangan hasil pencitraan yang kurang optimal pada pemindaian MRI pediatrik dan meningkatkan efektivitas diagnostik.^[7] Salah satu cara lain yang dapat digunakan dalam metode pengalihan perhatian adalah dengan *Virtual Reality (VR)*.^[8]

Virtual Reality (VR) merupakan lingkungan 3-dimensi yang diciptakan oleh komputer.^[9] *Virtual Reality* dapat diakses menggunakan peralatan seperti layar komputer, *smartphone*, hingga *Head-Mounted Display (HMD)* yang disertai dengan *sensor* pengidentifikasi pengguna VR.^[10] Kumpulan studi mengenai penggunaan VR telah membuktikan bahwa VR dapat mengurangi kecemasan anak-anak terhadap prosedur operasi. Pada *pre-operative*, kecemasan anak berkurang ketika menggunakan VR yang memberikan pemaparan interaktif pada anak-anak mengenai prosedur yang akan dijalankan. Pada saat operasi, VR yang menampilkan game lebih berpotensi mengurangi kecemasan anak.^[11]

Sudah banyak studi mengenai efektivitas penggunaan VR dalam mengurangi kecemasan dan rasa nyeri pada anak-anak yang menjalankan berbagai prosedur medis. Namun, sepanjang pengetahuan penulis, review terkait topik tersebut jarang ditemukan. Dari beberapa *review* yang telah ada,^[8,11-14] belum terdapat *review* mengenai dampak penggunaan VR pada anak-anak yang menjalankan prosedur pencitraan. *Review* ini dibuat untuk mengevaluasi dampak yang ada terkait topik tersebut.

PEMBAHASAN

Mekanisme VR Dalam Menangani Kecemasan Pada Anak

VR (*Virtual Reality*) secara umum dapat menangani kecemasan dengan memberikan pengalihan perhatian ataupun dengan memberikan pemaparan terkait prosedur yang akan dilalui. VR memberikan pengalihan perhatian melalui permainan yang bersifat interaktif. Permainan yang memiliki lebih banyak interaksi dihubungkan dengan berkurangnya rasa sakit dan kecemasan pada prosedur medis.^[15] Terkait mekanisme penanganan kecemasan melalui pemaparan, VR dapat memberikan ketenangan kepada pasien dengan memberikan informasi terkait prosedur yang akan dilalui. Pemaparan melalui VR ini sudah dipelajari dan digunakan secara umum dalam ranah psikologi umum.^[16]

Salah satu media VR yang digunakan untuk persiapan MRI adalah IMAGINE. Media ini menyediakan simulasi yang imersif dan menyenangkan yang dirancang untuk menghilangkan kepekaan pasien muda terhadap prosedur MRI, mengubah apa yang bisa menjadi pengalaman yang memicu kecemasan menjadi sesi yang menyenangkan. Pasien berperan sebagai anggota kru di dalam pesawat luar angkasa. Pada awal pengaktifan mesin MRI, anak harus melakukan berbagai misi, yang memperlihatkan peran penting mesin MRI dalam memfasilitasi perawatan medis yang diperlukan untuk para kru. Para peserta akan mendapatkan wawasan tentang prinsip dasar prosedur MRI melalui simulasi pemeriksaan yang realistis. IMAGINE menampilkan replika VR interaktif dari lingkungan pemindai internal dan eksternal, lengkap dengan efek *visual* dan audio yang mencerminkan pemeriksaan MRI yang sebenarnya. Pengalaman yang imersif dan interaktif ini bertujuan untuk membiasakan anak dengan prosedur pencitraan MRI dengan cara yang menarik sebelum pemeriksaan yang sebenarnya.^[17]

Media VR lain yang digunakan pada persiapan MRI adalah "VR-MRI" yang dikembangkan *British Columbia Children's Hospital Digital Lab*. Penggunaan VR ini dimulai dari sebuah tutorial yang membantu pasien mengenali elemen yang digunakan untuk berinteraksi di dalam VR. Setelah itu, terdapat sesi tur rumah sakit dengan staf medis dan peralatan medis yang ada. Pada tur *virtual* ruangan MRI, pasien diperlihatkan langkah prosedural dari pencitraan MRI. Terdapat *hotspot* interaktif yang harus diaktifkan pasien untuk berpindah ruang. Pasien juga diperkenalkan dengan suara mesin yang sangat keras dan ribut. Sebagai penambah rasa nyaman, pasien juga diberikan kesempatan untuk bermain dengan suara-suara tersebut melalui interaksi dengan tombol-tombol yang disediakan. Selain pengenalan sebelum dilakukannya prosedur,

VR-MRI juga dapat digunakan selama prosedur pencitraan. Pasien diajak untuk berinteraksi dengan telur dinosaurus yang memberikan umpan balik terkait gerakan pasien. Permainan memiliki tiga *level* yang semakin sulit.^[18]



Gambar 1. Contoh Elemen Naratif Yang Digunakan Untuk Mendeskripsikan Suara Mesin MRI^[18]

Media VR ini menerapkan prinsip penting yang dapat membantu pasien menghilangkan kecemasan terkait prosedur pencitraan. Untuk mencapai tujuan distraksi, media VR memberikan otonomi kepada pasien untuk mengontrol permainan. Hal ini akan memastikan pasien tetap memiliki ketertarikan dan fokus dalam permainan, sehingga mendapatkan pengalihan perhatian dari prosedur pencitraan yang sedang dijalankan^[19]. Pengalihan perhatian dengan metode VR seperti ini memberikan pengalaman yang *immersive* baik secara *visual* maupun auditorial dan sangat menarik bagi anak-anak^[20]. Pada media VR-MRI dan "IMAGINE", pasien juga diberikan simulasi terkait prosedur pencitraan dan lingkungan rumah sakit tempat dilakukannya prosedur. Pasien akan mempelajari bagaimana prosedur ini dilakukan, alat apa yang akan digunakan, serta suara-suara keras yang akan terdengar selama prosedur. Intervensi ini juga akan memberikan pasien kesempatan untuk menjelajahi fasilitas dengan kecepatannya sendiri. Pemaparan ini dalam pengaturan yang terkendali dapat membantu mengurangi rasa takut dan tekanan antisipatif.^[21] Simulasi ini juga dilakukan dengan metode gamifikasi, yang mana metode ini dapat meningkatkan ketertarikan dan keterlibatan pasien dalam memperhatikan simulasi prosedur ini.^[22]

Desain media VR lain untuk persiapan MRI yang telah diuji menggunakan empat langkah dalam terapi permainannya, yakni informasi, observasi, *modelling*, dan pemaparan. Selanjutnya, informasi tentang pemeriksaan MRI disediakan melalui elemen naratif aplikasi dan beberapa objek interaktif yang umum. Selanjutnya, sebuah permainan sederhana mengajarkan anak tentang benda-benda apa saja yang bisa dibawa ke dalam pemindaian MRI dan mana yang tidak. Selanjutnya, pada fase observasi, anak memasuki ruang MRI virtual dan berkenalan dengan unit MRI virtual. Langkah-langkah prosedur pemindaian MRI dijelaskan dengan

menggunakan contoh tokoh utama dalam cerita. Pada fase pemodelan berikutnya, anak didorong untuk memperagakan kembali langkah-langkah ini dalam permainan kedua. Pada fase pemaparan terakhir, anak diajak untuk merasakan pemindaian MRI *virtual* dalam VR. Permainan selanjutnya menantang anak untuk tidak bergerak selama lima menit. Dengan menggunakan teknologi VR yang dirancang khusus untuk anak-anak, pendekatan ini menekankan pada perubahan penilaian kognitif awal terhadap aspek-aspek yang berpotensi mengancam pencitraan MRI dan konteksnya. Secara khusus, teknologi ini mengintegrasikan elemen terapi bermain dan desensitisasi dalam aplikasi VR yang menyenangkan yang mencakup permainan dan komponen naratif.^[23]

Efektivitas VR Dalam Uji Coba Klinis

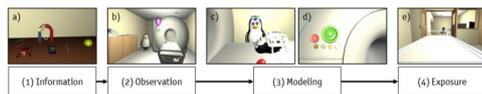
Studi mengenai efektivitas VR-MRI dalam mempersiapkan anak-anak melewati prosedur MRI tanpa diberi obat sedatif merupakan *unblinded, randomized, triple-arm clinical trial*. Pada studi ini, VR-MRI dibandingkan dengan *Child Life Program (CLP)* dan *Standard Preparatory Manual (SPM)*. CLP merupakan program pengenalan dan pelatihan menjalani prosedur MRI bagi anak-anak. Berbeda dengan VR-MRI, CLP menggunakan replika unit MRI sebagai alat pelatihan. SPM merupakan metode persiapan pasien dengan memberikan buku panduan prosedur serta kontak yang dapat dihubungi pasien untuk konsultasi sebelum dilakukannya prosedur MRI. Subjek yang menjalankan studi ini terdiri dari anak-anak usia 4 - 13 tahun berjumlah 92 beserta pendampingnya.

Hasil dari studi tersebut menunjukkan bahwa VR-MRI dan CLP dapat meningkatkan efektivitas dalam menurunkan kecemasan sebelum prosedur MRI. Hasil tersebut didukung oleh data yang secara statistik menyatakan pendamping anak-anak yang menjalani prosedur VR-MRI dan CLP memiliki tingkat kecemasan yang lebih tinggi dibandingkan yang menjalani SPM ($P < 0.001$). Pendamping anak-anak juga secara signifikan lebih puas menggunakan VR-MRI dibandingkan dengan CLP dan SPM ($P < 0.001$), sedangkan anak-anak lebih memilih CLP ($P < 0.001$). Tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam waktu persiapan, kemudahan penggunaan, kemudahan belajar, dan manfaat dari ketiga kelompok tersebut.^[18]

VR-MRI dan CLP memiliki efektivitas yang setara dalam menurunkan kecemasan anak-anak dan pendamping sebelum prosedur MRI. Berdasarkan biaya yang tertinggi hingga paling rendah, metode persiapan pasien dalam studi tersebut dapat diurutkan dari CLP, VR-MRI, hingga SPM^[24]. Berdasarkan kedua

kalimat tersebut, dapat disimpulkan bahwa VR-MRI membawa keuntungan terbesar di antara ketiga metode yang telah diteliti. Selain menurunkan kecemasan, pasien lebih mudah mengakses pelayanan VR-MRI dengan biaya yang lebih murah. Studi ini masih mengambil subjek berdasarkan pembukaan pendaftaran yang disebarluaskan melalui poster dan media sosial. Oleh sebab itu, diperlukan validasi hasil penelitian ini pada kondisi MRI yang sesungguhnya.^[18]

Pada tahun 2017, Stefan Liszio dan Maic Masuch dari University of Duisburg-Essen Jerman membuat aplikasi VR berisi penjelasan mengenai prosedur MRI sebagai upaya menurunkan kecemasan anak-anak terkait prosedur tersebut. Aplikasi tersebut berisi cerita mengenai penguin kecil yang sakit perut sedang mengunjungi dokter bersama ibunya untuk melakukan prosedur MRI. Pada aplikasi tersebut dokter berperan memberikan informasi, menjelaskan mengenai permainan dan kontrol aplikasi *game* tersebut, serta menuntun pasien menjalani simulasi MRI. Aplikasi tersebut dilengkapi dengan suara MRI yang terdengar realistis. Pengguna aplikasi dapat mencoba benda yang berada di ruangan tersebut seperti head-coil, komputer berisi hasil MRI, atau tombol darurat.^[23]



Gambar 2. Struktur aplikasi VR berisi informasi dan simulasi MRI dengan grafik yang menggemaskan, tetapi realistis ^[23]

Aplikasi yang mereka kembangkan telah diuji dalam satu *pre-test* dan dua studi lapangan. Pada *pre-test*, pengguna aplikasi (5 anak laki-laki dan perempuan berusia 7-10 tahun) merasa bahwa aplikasi VR tersebut sangat menarik. Pengguna aplikasi secara antusias melakukan eksplorasi fitur-fitur aplikasi tersebut. Pada studi lapangan pertama, pengguna aplikasi (5 anak-anak yang pernah melakukan prosedur MRI dan 2 anak-anak yang belum pernah melakukan prosedur MRI) menunjukkan hasil yang mirip dengan *pre-test*. Subjek studi lapangan pertama meyakini bahwa aplikasi VR tersebut dapat mengurangi kecemasan anak sebelum menjalani prosedur MRI. Namun, dari studi lapangan pertama, panjang dari narasi yang diucapkan dalam aplikasi harus dikurangi dan disesuaikan dengan kemampuan fokus anak-anak. Selain itu, deskripsi atau simbol tambahan diperlukan untuk komponen yang interaktif dalam aplikasi agar anak-anak mampu mengidentifikasi dan berinteraksi dengan komponen tersebut. Studi lapangan kedua menguji hasil revisi aplikasi berdasarkan umpan balik studi lapangan pertama. Studi lapangan kedua membandingkan anak-anak yang

mempersiapkan diri menggunakan VR (kelompok eksperimen) dengan yang tidak mempersiapkan diri sebelum MRI (kelompok kontrol). Hasil menunjukkan bahwa sebelum MRI, tingkat kecemasan kelompok eksperimen lebih rendah dibandingkan kelompok kontrol. Namun, ketika menjalankan MRI, tingkat kecemasan kedua kelompok tidak berbeda secara signifikan.^[23]

Peneliti dari studi tersebut meyakini bahwa penggunaan aplikasi VR yang menarik sebelum MRI mampu menurunkan kecemasan pasien. Mempertimbangkan bahwa subjek pada kelompok eksperimental hanya menggunakan aplikasi VR sekali sebelum MRI, tingkat kecemasan pada kelompok eksperimental yang lebih rendah setelah penggunaan VR merupakan pertanda bahwa penggunaan VR mampu menurunkan kecemasan anak-anak terhadap MRI, meskipun setelah MRI tingkat kecemasan kedua kelompok subjek sama. Peneliti berpendapat bahwa penggunaan aplikasi VR sebelum MRI berulang kali dapat memperkuat dan memperpanjang efek untuk menurunkan kecemasan anak-anak terhadap MRI.^[23]

SIMPULAN

Kecemasan anak-anak ketika menjalani prosedur pencitraan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) dapat menimbulkan dampak buruk pada jangka pendek maupun jangka panjang yang harus dicegah. Dampak jangka pendek kecemasan tersebut adalah ketidakmampuan anak untuk tidak bergerak selama prosedur berlangsung, sehingga kualitas gambar yang dihasilkan menurun. Jika kualitas gambar menurun, orang tua perlu menanggung kembali biaya pencitraan yang tidak sedikit untuk memastikan hasil pencitraan yang didapatkan dapat membantu diagnosis anak tersebut dengan optimal, sehingga anak mendapatkan pelayanan kesehatan sesuai dengan etiologi penyakitnya. Dampak jangka panjang dari kecemasan tersebut adalah trauma, sehingga anak-anak menghindari perawatan kesehatan. Jika kecemasan tidak dicegah dan ditangani dengan baik, maka dampak tersebut akan menyebabkan penurunan kualitas hidup keluarga dan anak. VR merupakan teknologi yang menjanjikan dalam membantu mengurangi kecemasan anak akan prosedur pencitraan medis. Sedikitnya studi yang beredar menunjukkan bahwa penggunaan VR dalam bidang tersebut merupakan teknologi yang masih dalam proses penyempurnaan. Hasil studi yang beredar memberi sugesti bagi para pengembang VR untuk menyesuaikan aplikasi yang digunakan untuk menurunkan kecemasan anak-anak dengan preferensi dan kemampuan kognitif anak. Aplikasi VR sebaiknya diisi penjelasan yang singkat sesuai

tingkat atensi anak-anak dan grafik yang menyenangkan. Selain itu, diperlukan studi lebih lanjut mengenai aplikasi VR tersebut pada latar nyata dengan menggunakan pasien anak-anak yang memang benar membutuhkan prosedur *Magnetic Resonance Imaging*.

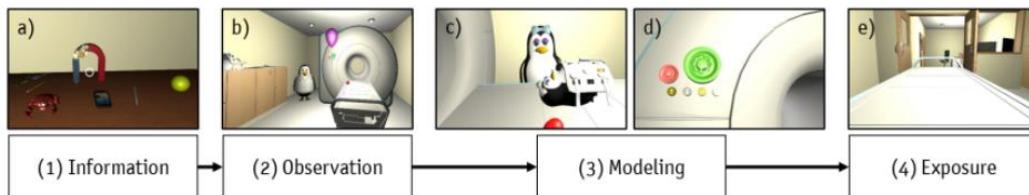
DAFTAR PUSTAKA

1. Bray L, Booth L, Gray V, Maden M, Thompson J, Saron H. Interventions And Methods To Prepare, Educate Or Familiarise Children And Young People For Radiological Procedures: A Scoping Review. *Insights Imaging* [Internet] 2022;13(1):146.
2. Viggiano MP, Giganti F, Rossi A, Di Feo D, Vagnoli L, Calcagno G, et al. Impact Of Psychological Interventions On Reducing Anxiety, Fear And The Need For Sedation In Children Undergoing Magnetic Resonance Imaging. *Pediatr Rep* [Internet] 2015;7(1):5682.
3. Lerwick JL. Minimizing Pediatric Healthcare-Induced Anxiety And Trauma. *World J Clin Pediatr* [Internet] 2016;5(2):143–50.
4. Cui X, Zhu B, Zhao J, Huang Y, Luo A, Wei J. Parental State Anxiety Correlates With Preoperative Anxiety In Chinese Preschool Children. *J Paediatr Child Health* [Internet] 2016;52(6):649–55.
5. Yun R, Kennedy KM, Caruso TJ. Perioperative Pediatric Anxiety: A Cry for Universal Scale Adoption. *Pediatr Qual Saf* [Internet] 2022;7(2):e542.
6. Vagnoli L, Bettini A, Amore E, De Masi S, Messeri A. Relaxation-Guided Imagery Reduces Perioperative Anxiety And Pain In Children: A Randomized Study. *Eur J Pediatr* [Internet] 2019;178(6):913–21.
7. Geuens S, Lemiere J, Nijs J, Treunen M, Aertsen M, Toelen J, et al. Testing a Home Solution for Preparing Young Children for an Awake MRI: A Promising Smartphone Application. *Child* (Basel, Switzerland) [Internet] 2023;10(12).
8. Tas FQ, van Eijk CAM, Staals LM, Legerstee JS, Dierckx B. Virtual Reality In Pediatrics, Effects On Pain And Anxiety: A Systematic Review And Meta-Analysis Update. *Paediatr Anaesth* [Internet] 2022;32(12):1292–304.
9. Hamad A, Jia B. How Virtual Reality Technology Has Changed Our Lives: An Overview of the Current and Potential Applications and Limitations. *Int J Environ Res Public Health* [Internet] 2022;19(18).
10. Kyaw BM, Saxena N, Posadzki P, Vseteckova J, Nikolaou CK, George PP, et al. Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the Digital Health Education Collaboration. *J Med Internet Res* [Internet] 2019;21(1):e12959.
11. Koo CH, Park JW, Ryu JH, Han SH. The Effect of Virtual Reality on Preoperative Anxiety: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Clin Med* [Internet] 2020;9(10).
12. Addab S, Hamdy R, Thorstad K, Le May S, Tsimicalis A. Use of virtual reality in managing paediatric procedural pain and anxiety: An integrative literature review. *J Clin Nurs* [Internet] 2022;31(21–22):3032–59.
13. Flowers SR, Birnie KA. Procedural Preparation and Support as a Standard of Care in Pediatric Oncology. *Pediatr Blood Cancer* [Internet] 2015;62(S5).
14. Eijlers R, Utens EMWJ, Staals LM, de Nijs PFA, Berghmans JM, Wijnen RMH, et al. Systematic Review and Meta-analysis of Virtual Reality in Pediatrics: Effects on Pain and Anxiety. *Anesth Analg* [Internet] 2019;129(5):1344–53.
15. Fairclough SH, Stamp K, Dobbins C, Poole HM. Computer Games As Distraction From PAIN: Effects Of Hardware And Difficulty On Pain Tolerance And Subjective IMMERSION. *Int J Hum Comput Stud* [Internet] 2020;139:102427.
16. Carl E, Stein AT, Levihn-Coon A, Pogue JR, Rothbaum B, Emmelkamp P, et al. Virtual Reality Exposure Therapy For Anxiety And Related Disorders: A Meta-Analysis Of Randomized Controlled Trials. *J Anxiety Disord* [Internet] 2019;61:27–36.
17. Le May S, Genest C, Hung N, Francoeur M, Guingo E, Paquette J, et al. The Efficacy of Virtual Reality Game Preparation for Children Scheduled for Magnetic Resonance Imaging Procedures (IMAGINE): Protocol for a Randomized Controlled Trial. *JMIR Res Protoc* [Internet] 2022;11(6):e30616.
18. Stunden C, Stratton K, Zakani S, Jacob J. Comparing a Virtual Reality-Based Simulation App (VR-MRI) With a Standard Preparatory Manual and Child Life Program for Improving Success and Reducing Anxiety During Pediatric Medical Imaging: Randomized Clinical Trial. *J Med*

- Internet Res [Internet] 2021;23(9):e22942.
19. Grishchenko A, Luna J, Patterson J. Voxel Bay: VR As A Distraction For Pediatric Pain [Internet]. In: ACM SIGGRAPH 2016 Talks. New York, NY, USA: ACM; 2016. page 1–2.
 20. Lambert V, Boylan P, Boran L, Hicks P, Kirubakaran R, Devane D, et al. Virtual Reality Distraction For Acute Pain In Children. *Cochrane database Syst Rev* [Internet] 2020;10(10):CD010686.
 21. Yap KYL, Koh DWH, Lee VSJ, Wong LL. Use Of Virtual Reality In The Supportive Care Management Of Paediatric Patients With Cancer. *Lancet Child Adolesc Heal* [Internet] 2020;4(12):899–908.
 22. Miloff A, Lindner P, Hamilton W, Reuterskiöld L, Andersson G, Carlbring P. Single-Session Gamified Virtual Reality Exposure Therapy For Spider Phobia Vs. Traditional Exposure Therapy: Study Protocol For A Randomized Controlled Non-Inferiority Trial. *Trials* [Internet] 2016;17:60.
 23. Liszio S, Masuch M. Virtual Reality MRI [Internet]. In: Proceedings of the 2017 Conference on Interaction Design and Children. New York, NY, USA: ACM; 2017. page 127–36.
 24. Jacob J, Stunden C, Deenadayalan D, Thomas L. Economic Evaluation Comparing Virtual Reality with Child Life Programming for Non-sedated Pediatric Medical Imaging: A Cost-Consequence Analysis. *PharmacoEconomics - open* [Internet] 2023;7(3):417–29.



Gambar 1. Contoh Elemen Naratif Yang Digunakan Untuk Mendeskripsikan Suara Mesin MRI^[18]



Gambar 2. Struktur aplikasi VR berisi informasi dan simulasi MRI dengan grafik yang menggemaskan, tetapi realistis ^[23]