

REKA BENTUK DAN PEMBANGUNAN PUPPET DIGITAL SEBAGAI AGEN PENCERITAAN KANAK-KANAK

Design and Development of Digital Puppets as Storytelling Agents for Children

Nurr Muazzin Md Ghali^{1*}, Ahmad Zamzuri Mohamad Ali²

Fakulti Seni, Kelestarian dan Industri Kreatif,
Universiti Pendidikan Sultan Idris 35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia^{1, & 2}

muazzin.teacher@gmail.com^{1*}, zamzuri@fskik.upsi.edu.my²

*Corresponding Author

Diterina: 04 Nov 2024; **Disemak semula:** 20 Jan 2025; **Diterima:** 27 Mac 2025; **Diterbitkan:** 13 Julai 2025

To cite this article (APA): Ghali, N. M. . ., & Mohamad Ali, A. Z. . (2025). Reka Bentuk dan Pembangunan Puppet Digital sebagai Agen Penceritaan Kanak-kanak. *Jurnal Pendidikan Awal Kanak-Kanak Kebangsaan*, 14(2), 1-23. <https://doi.org/10.37134/jpak.vol14.2.1.2025>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/jpak.vol14.2.1.2025>

ABSTRAK

Leap motion adalah *Motion capture* (MoCap) yang membolehkan aplikasi animasi dikawal dalam masa nyata dengan hanya menggunakan pergerakan jari dan tangan. Justeru, pelbagai aplikasi animasi interaktif boleh dibangunkan dengan menggunakannya untuk tujuan pendidikan; misalnya aplikasi penceritaan oleh guru di dalam kelas dengan menggunakan karakter animasi. Oleh demikian, objektif kajian ini adalah untuk mereka bentuk dan membangun aplikasi *puppet* digital masa nyata yang mesra pengguna sebagai agen penceritaan untuk kanak-kanak. Metodologi kajian ini merangkumi pembangunan yang berpandukan model m-ADDIE. Seterusnya, emosi keseronokan kanak-kanak sebagai penonton aplikasi ini dianalisis secara kuantitatif dengan soal selidik *Self-Assessment Manikin* (SAM). Dapatan pengujian menunjukkan atribut keseronokan bagi kelima-lima karakter adalah berada pada tahap positif, iaitu *Humanoid* robot ($M=2.07$, $SD=2.333$), haiwan ($M=2.90$, $SD=2.074$), manusia 2D ($M=2.63$, $SD=2.859$), manusia sebenar ($M=2.20$, $SD=2.325$), dan wayang kulit ($M=4.47$, $SD=3.003$). Dapatan kajian ini menunjukkan, penggunaan *puppet* digital masa nyata mendapat reaksi positif, khususnya dari aspek emosi keseronokan dalam kalangan kanak-kanak. Kesimpulannya, penceritaan menggunakan aplikasi *puppet* digital masa nyata berpotensi dalam meningkatkan emosi keseronokan kanak-kanak terhadap pembelajaran.

Kata kunci: Animasi, emosi, kanak-kanak, *Leap motion*, *puppet* digital

ABSTRACT

Leap motion is a *Motion capture* (MoCap) technology that enables real-time control of animation applications using only finger and hand movements. Consequently, various interactive animation applications can be developed using it for educational purposes; for instance, storytelling applications by teachers in the classroom using animated characters. Therefore, the objective of this study is to design and develop a user friendly real time digital puppet application as a storytelling agent for children. The methodology of this study involves development guided by the m-ADDIE model. Subsequently, children's enjoyment as the audience of this application is quantitatively analyzed using the *Self-Assessment Manikin* (SAM) questionnaire. The test results showed that the fun attributes for the five characters were at a positive level, namely humanoid robos ($M=2.07$, $SD=2.333$), animals ($M=2.90$, $SD=2.074$), 2D humans ($M=2.63$, $SD=2.859$), real humans sebenar ($M=2.20$, $SD=2.325$), and wayang kulit ($M=4.47$, $SD=3.003$). The findings of this study indicate that the use of real time digital puppets receives positive reactions, particularly in terms of enjoyment among children. In conclusion, storytelling using real-time digital puppet applications has the potential to enhance children's enjoyment in learning.

Keywords: Animation, emotion, children, *Leap motion*, Digital Puppet

PENGENALAN

Perkembangan teknologi telah memungkinkan animasi dikawal oleh pengguna dalam masa nyata dapat dihasilkan dengan mudah melalui penggunaan peranti *motion capture* atau singkatannya MoCap. MoCap adalah aplikasi untuk merakam pergerakan manusia yang kemudiannya pergerakan tersebut boleh diintegrasikan dengan karakter atau objek animasi digital (Syed Muhammad Hazry et al., 2020). Selain dari MoCap yang mempunyai kapasiti untuk merakam pergerakan keseluruhan badan manusia secara serentak, kini terdapat juga MoCap yang hanya merakam bahagian tertentu badan seperti muka dan tangan (Rahul, 2018). Hal ini memungkinkan aplikasi-aplikasi animasi kawalan pengguna yang lebih berfokus boleh dihasilkan.

Kini boleh dikatakan bahawa kebanyakan interaksi dalam persekitaran digital diantara manusia dengan komputer adalah menggunakan perantara tetikus, papan kekunci dan skrin sesentuh. Namun, dengan adanya peranti MoCap yang berupaya merakam bahagian tertentu badan, seperti jari dan tangan, kawalan aplikasi dan program komputer boleh juga dilakukan dengan hanya menggunakan pergerakan jari dan tangan (Yang et al., 2021). Dengan keupayaan ini, pelbagai aplikasi animasi interaktif boleh dibangunkan untuk pelbagai bidang termasuklah pendidikan dan latihan. Antara aplikasi yang sering dibangunkan ialah seperti agen penceritaan menggunakan avatar dan *puppet* (Vanderdonckt & Vatavu, 2020). Sehubungan itu, objektif utama kajian ini adalah untuk mereka bentuk aplikasi dan karakter *puppet* digital sebagai agen penceritaan, khususnya untuk kanak-kanak.

MODEL REKA BENTUK INSTRUKSI

Model ADDIE digunakan dalam proses pembangunan *puppet* digital masa nyata dalam kajian ini. ADDIE merupakan singkatan dari lima tahap, iaitu Analisis (*Analyze*), Reka Bentuk (*Design*), Pembangunan (*Development*), Pelaksanaan (*Implementation*), dan Penilaian (*Evaluation*). Oleh yang demikian, dengan menggunakan model ADDIE, penyelidik dapat membangunkan bahan pengajaran yang memenuhi keperluan pembelajaran kanak-kanak secara tersusun dan efektif (Widyastuti & Susiana, 2019).

Secara terperinci, model m-ADDIE yang merupakan adaptasi model ADDIE dengan pengkhususan terhadap pembangunan media instruksi berasaskan multimedia akan digunakan dalam kajian ini. M-ADDIE adalah sebenarnya fleksibel dan boleh disesuaikan dengan keperluan dan kemahiran para penyelidik. Model m-ADDIE ini terdiri dari beberapa fasa dan tugas kecil yang secara terperinci menggambarkan setiap langkah dalam proses reka bentuk dan pembangunan (Ahmad Zamzuri, 2023).

Fasa pertama dalam model ini adalah analisis. Pada fasa ini, dilakukan analisis yang mendalam terkait dengan tujuan pembangunan, pengguna sasaran, kandungan yang akan disampaikan, kaedah yang akan digunakan, platform yang akan digunakan, dan perisian serta perkakasan yang diperlukan. Dengan memahami secara menyeluruh elemen-elemen tersebut, pengkaji dapat memastikan bahawa proses pembangunan bahan pembelajaran multimedia akan berjalan dengan baik (Dwitiyanti et al., 2020; Ahmad Zamzuri, 2023).

Fasa kedua adalah reka bentuk. Pada fasa ini, perancangan secara visual dengan membangunkan carta alir (*flow chart*), antara muka (*interface*), dan papan cerita (*storyboard*) akan dilakukan. Dengan menggunakan pelbagai elemen visual dan interaksi, pengkaji dapat membayangkan konsep yang ingin disampaikan dalam bahan pembelajaran multimedia tersebut.

Fasa ketiga pula adalah pembangunan, di mana berdasarkan maklumat dari fasa sebelumnya media instruksi akan dibangunkan. Prinsip-prinsip yang relevan juga akan diterapkan dalam membangunkan bahan pembelajaran multimedia. Interaksi yang dapat dirasakan (*tangible interaction*) dan interaksi yang tidak tampak (*intangible interaction*) juga diberi perhatian dalam proses ini. Selain itu, arahan yang jelas disusun untuk memandu proses pembangunan bahan pembelajaran tersebut.

Fasa keempat ialah implementasi, dalam fasa ini, pemasangan, konfigurasi, latihan, dan pengendalian bahan pembelajaran multimedia yang telah dibangunkan dijalankan. Dengan melakukan langkah-langkah tersebut dengan baik, bahan pembelajaran dapat dilaksanakan dengan lancar dan mengikut perancangan.

Fasa kelima ialah dan terakhir ialah pengujian, di mana ujian dilakukan terhadap media instruksi sepanjang proses pembangunan dilakukan. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kadar keberhasilan dan keberkesanan bahan pembelajaran multimedia yang dibangunkan. Dalam pengujian ini juga, aspek-aspek seperti penyampaian informasi dan keberkesanan bahan pembelajaran dinilai secara menyeluruh.

Dengan mengikuti model m-ADDIE, penyelidik memiliki kerangka yang teratur dan terperinci untuk membangunkan bahan pembelajaran multimedia. Model ini membolehkan pelarasan dan perubahan mengikut keperluan khusus dalam menghasilkan bahan pembelajaran yang menarik dan berkesan untuk pengguna.

Oleh itu, Model ADDIE dipilih untuk digunakan dalam pembangunan bahan pengajaran *puppet* digital masa nyata kerana keupayaannya untuk disesuaikan dengan keperluan pembangunan. Beberapa subtugas dalam model m-ADDIE telah disesuaikan dengan mengambil kira keperluan reka bentuk *puppet* digital masa nyata. Penilaian berterusan juga membolehkan perkembangan pembangunan dapat dinilai dan diperbaiki dari semasa ke semasa.

Analisis

Fasa analisis dalam model m-ADDIE melibatkan enam subtugasan. Subtugas yang pertama sekali adalah objektif, iaitu langkah pertama yang perlu ada ialah menetapkan objektif yang jelas dan khusus supaya selari dengan proses pembangunan *puppet* digital. Objektif ini akan menjadi panduan untuk memastikan penajajaran pada setiap langkah pembangunan (Jonlagadda et al., 2022).

Kedua adalah pengguna, tumpuan ini diletakkan pada matlamat pengguna dan menganalisis latar belakang mereka seperti pengetahuan, peringkat sosial, gaya pembelajaran, kecekapan, dan persekitaran pengguna juga mesti dipertimbangkan (Budoya et al., 2019). Hal ini supaya *puppet* digital dapat disesuaikan dengan keperluan dan pilihan pengguna.

Ketiga adalah kandungan, di mana maklumat yang akan disampaikan oleh *puppet* digital ditentukan. Analisis mendalam dijalankan untuk memastikan kandungan adalah relevan dan mengikut objektif yang telah ditetapkan (Suratnu, 2023). Di mana kandungan ini mestilah bermaklumat, relevan dan boleh disampaikan dengan jelas melalui *puppet* digital masa nyata.

Keempat adalah platform, di mana cara interaksi dan komunikasi yang sepadan dengan objektif yang telah ditetapkan dipilih (Ahmad Zamzuri, 2023). Pendekatan interaktif, tindak balas masa nyata dan teknik khas lain digunakan untuk mencipta pengalaman interaktif yang membolehkan pengguna berinteraksi dengan *puppet* digital dalam masa nyata.

Kelima pula ialah perkakasan dan perisian, pemilihan perkakasan dan perisian yang menyokong fungsi *puppet* digital masa nyata adalah menjadi keutamaan. Perisian mestilah mampu mengarang aplikasi beranimasi serta dapat menghubungkan alat *Leap motion* masa nyata untuk menghidupkan *puppet* digital dengan pergerakan (Novacek et al., 2021).

Akhir sekali adalah pemilihan platform, di mana teknologi yang betul dipilih untuk mewujudkan persekitaran yang menyokong interaksi yang lancar antara pengguna dan *puppet* digital masa nyata.

OBJEKTIF

Objektif utama dalam pembangunan ini adalah untuk menghasilkan bahan pengajaran penceritaan yang menarik dan berupaya mencetuskan emosi positif kanak-kanak. Ini dicapai melalui pembangunan teknologi dan perisian yang boleh menghidupkan *puppet* digital masa nyata dengan menggunakan elemen interaktif, animasi dan strategi penyampaian yang menarik.

Penyepaduan *puppet* digital dengan teknologi membolehkan persembahan pergerakan interaktif masa nyata selaras dengan matlamat utama iaitu untuk menjadikan pengajaran relevan dan mudah difahami oleh kanak-kanak serta mempromosikan pembelajaran digital. Pembangunan *puppet* digital berpotensi membawa inovasi kepada pendidikan dan meningkatkan pengalaman pembelajaran kanak-kanak yang positif.

Pengguna

Sasaran pengguna yang terlibat di dalam sesi penceritaan dengan *puppet* digital masa nyata ini adalah guru-guru yang merupakan penyampai cerita dan kanak-kanak dari lima hingga enam tahun sebagai penonton.

Kandungan

Dalam sesi pembelajaran yang melibatkan bercerita, peranan guru amat penting sebagai atribut yang menyampaikan cerita kepada kanak-kanak (Aina Yasmin Mohd Amin, Adhara Ahmad, & Hashimah Hashim, 2024). Untuk memperkaya pengalaman pembelajaran mereka, *puppet* digital masa nyata digunakan untuk bercerita hal berkaitan dengan pemeliharaan alam sekitar.

Namun begitu, dalam kajian ini, terdapat beberapa fokus yang perlu diambil kira. Salah satunya ialah kesan penggunaan *puppet* digital masa nyata dengan reka bentuk karakter yang berbeza. Fokus utama kajian ini adalah untuk melihat tindak balas emosi kanak-kanak terhadap karakter *puppet* digital masa nyata, dengan mengambil kira konsep *Uncanny Valley*.

Walau bagaimanapun, karakter-karakter *puppet* digital masa nyata ini telah mendapat pengesahan daripada pakar karakter animasi dan pedagogi kanak-kanak. Di mana, setiap bentuk dan rupa paras karakter animasi yang dipersembahkan telah diperiksa terlebih dahulu untuk memastikan setiap karakter yang dihasilkan kelihatan menarik dan mempunyai daya tarikan untuk kanak-kanak. Tidak hanya itu, pakar pedagogi juga turut terlibat dalam proses meneliti aspek keberkesanan *puppet* digital masa nyata dan memberikan ulasan serta komen berdasarkan pengalaman dan pemahaman yang lebih luas untuk membantu dalam proses penceritaan kanak-kanak.

Kaedah Penyampaian

Sesi pembelajaran dengan *puppet* digital ini menggunakan kaedah penyampaian secara bercerita dalam masa nyata yang dilakukan oleh guru kelas serta disampaikan secara sehalu. Sesi penceritaan menggunakan alat bantuan seperti *Leap motion* sebagai penangkap pergerakan tangan, komputer riba untuk menjalankan perisian *puppet* digital masa nyata dan projektor serta layar besar untuk dipersembahkan kepada kanak-kanak.

Dalam kelas penceritaan, adalah penting untuk mewujudkan suasana yang bebas daripada gangguan seperti bunyi bising dan pencahayaan yang terlalu terang, supaya proses penceritaan oleh guru dapat berjalan dengan lancar. Setiap sesi bercerita menggunakan *puppet* digital masa nyata mengambil masa sekitar 25 minit. Secara keseluruhan, terdapat lima pilihan karakter untuk menyampaikan cerita. Guru perlu menyampaikan penceritaan dalam satu arah sahaja iaitu dengan tempoh 25 minit yang tidak terlalu lama bagi mengelakkan kanak-kanak hilang fokus dan mengganggu sesi pembelajaran.

Platform

Platform *puppet* digital masa nyata ini direka bentuk berdasarkan inspirasi daripada pertunjukan wayang kulit. Untuk mengendalikan platform *puppet* digital masa nyata ini, beberapa alatan teknologi diperlukan, termasuk komputer riba, *Leap motion*, projektor dan layar putih. Komputer bertindak sebagai peranti pemacu untuk menjalankan perisian digital *puppet* masa nyata, dan hasilnya ditayangkan ke layar putih melalui projektor. Keadaan bilik yang tidak terlalu terang boleh meningkatkan prestasi platform *puppet* digital masa nyata ini. Selain itu, platform ini tidak memerlukan sambungan internet kerana pengoperasian *puppet* digital dijalankan secara terus oleh guru berdasarkan penceritaan.

Perisian dan Perkakasan Komputer

Reka bentuk dan pembangunan karakter *puppet* digital masa nyata melibatkan beberapa fasa utama yang menggunakan perisian dan alatan komputer yang berbeza. Untuk pembangunan karakter *puppet* digital masa nyata, perisian yang digunakan ialah Adobe Illustrator dan Adobe Photoshop. Selain itu, perisian pengarang Unity diperlukan untuk menyatukan elemen ini serta membolehkan animasi dan interaktiviti dilakukan.

Untuk mempersembahkan *puppet* digital masa nyata kepada penonton, peralatan yang diperlukan adalah terdiri daripada komputer, projektor dan layar putih sebagai skrin tayangan. Gabungan perisian dan alatan ini membolehkan paparan *puppet* digital lancar dan menarik dalam situasi masa nyata.

Sehubungan dengan itu, Unity adalah enjin pembangunan permainan atau perisian yang sangat terkenal di seluruh dunia telah menjadi pilihan. Selain itu, perisian tersebut menyediakan editor visual yang mudah digunakan untuk merancang landskap dan menambah objek ke dalam sesuatu skrin. Dengan sokongan bahasa pengaturcaraan seperti C#, pembangun dapat mencipta mekanik interaktif yang menarik dan antara muka pengguna yang menarik (Gabajová et al., 2021).



Rajah 1: Perisian pengarang Unity

Unity juga memudahkan pengimportan model dan aset 3D dari perisian grafik popular. Kemampuannya untuk beroperasi di pelbagai platform, termasuk Windows, MacOS iOS, Android dan konsol, menjadikannya pilihan yang sangat serbaguna. Selain itu, Unity juga digunakan dalam VR, AR, seni bina, dan simulasi (Laksono & Aditya, 2019).

Selain itu juga, *Adobe Illustrator* ialah perisian reka bentuk grafik vektor yang menggunakan elemen grafik vektor untuk mencipta imej turut digunakan. Dilengkapi dengan alat reka bentuk seperti pensel, berus, bentuk geometri serta ciri teks, perisian ini membolehkan pengguna menghasilkan reka bentuk yang menarik (Fridsma, 2022).

Oleh demikian, dengan ciri lapisan yang mempunyai elemen susunan, reka bentuk dapat dilakukan dengan mudah. Justeru, pelbagai kesan dan gaya dapat memperkayakan lagi reka bentuk grafik. *Adobe Illustrator* juga serasi dengan pelbagai format fail dan disepadukan dengan perisian Adobe Creative Cloud yang lain.

Justeru, di antara perisian *Adobe Creative Cloud* lain yang digunakan ialah , di mana perisian ini mampu menyunting imej dengan alatan dan ciri yang komprehensif. Dengan perisian Photoshop, pelbagai suntingan imej, manipulasi dan kreativiti boleh dicapai (Erni et al., 2022). Secara khusus, suntingan karakter manusia sebenar dilakukan dengan Adobe Photoshop.

Selain itu, alat untuk memaparkan *puppet* digital secara skala besar ialah projektor, di mana alat elektronik ini digunakan untuk memaparkan *puppet* digital masa nyata pada layar putih. Projektor menggunakan cahaya, yang mampu untuk memaparkan video dan imej secara

besar dan jelas. Hal Ini membolehkan persembahan kandungan pada skala yang lebih besar dan lebih terperinci daripada yang apa yang dipaparkan pada peranti sumber, seperti komputer.

Di dalam pembangunan *puppet* digital masa nyata ini, komputer riba digunakan untuk menjalankan perisian digital *puppet* masa nyata dan juga untuk membangunkan karakter digital *puppet*. Perisian *puppet* digital masa nyata ialah perisian yang membolehkan pengawalan karakter animasi secara langsung dalam masa nyata (Breslauer et al., 2019).

Oleh demikian, untuk menggunakan perisian *puppet* digital, komputer riba mestilah menggunakan sistem pengoperasian Windows kerana perisian *puppet* digital hanya menyokong operasi Windows dari Microsoft. Oleh itu, komputer perlu dilengkapi dengan sistem pengoperasian Windows supaya *Leap motion* dapat digunakan dengan berkesan (Pasupuleti et al., 2021).

Selain itu, komputer riba ini juga disambungkan kepada projektor untuk memaparkan *puppet* digital masa nyata dalam saiz yang lebih besar. Projektor digunakan untuk menayangkan keluasan karakter animasi pada skrin atau permukaan yang lebih besar, membolehkan penonton melihat karakter itu dengan jelas dan pada skala yang lebih besar (Kontovourkis et al., 2021). Komputer riba juga digunakan dalam proses pembangunan karakter *puppet* digital. Di mana, dalam pembangunan ini melibatkan pembinaan model 2D, animasi, penyesuaian karakter dan susunan lain yang diperlukan untuk mencipta karakter *puppet* digital.

Selain itu juga, alat *Leap motion* disambungkan kepada komputer riba supaya alat ini dapat mengesan pergerakan tangan di mana membolehkan pengguna mengawal aplikasi dan perisian menggunakan pergerakan tangan. Dalam konteks *puppet* digital masa nyata, *Leap motion* digunakan untuk mengesan pergerakan tangan dan menukarnya kepada pergerakan karakter animasi dengan hanya menggerakkan tangan di hadapan peranti *Leap motion* (Xuchong et al., 2019).

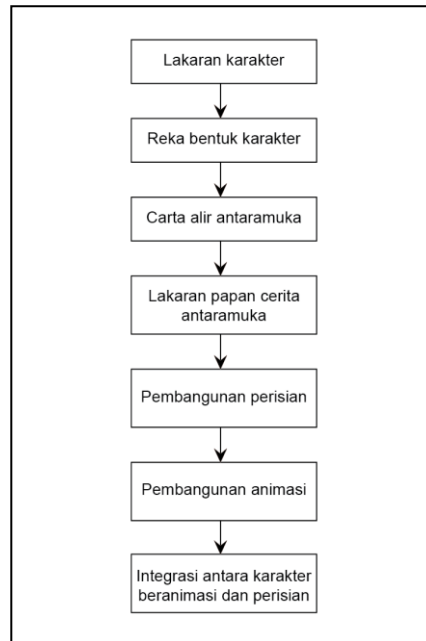


Rajah 2: *Leap motion*

Oleh demikian, apabila *Leap motion* disambungkan ke komputer riba yang menjalankan perisian *puppet* digital masa nyata, proses tersebut membolehkan data yang diterima daripada *Leap motion* menganimasikan karakter dalam masa nyata dengan mengikut arah pergerakan tangan. Selain itu, *leap motion* tersebut mampu untuk mencipta interaksi yang lebih intuitif untuk memberikan pengalaman yang lebih bermakna dan semula jadi untuk pengawalan karakter animasi (Andayani, 2020).

REKA BENTUK

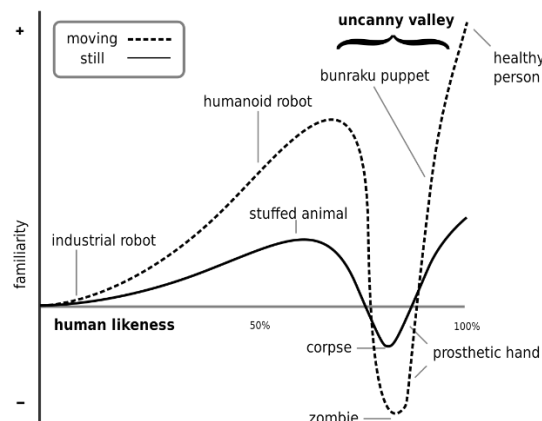
Fasa reka bentuk *puppet* digital masa nyata merupakan fasa lakaran. Di mana, proses menggambarkan secara visual perisian serta karakter *puppet* digital yang ingin dibangunkan dilakukan dalam fasa ini. Dalam fasa reka bentuk ini, terdapat tiga subtugasan iaitu carta alir, papan cerita dan antara muka. Secara khusus, Rajah 3 menunjukkan proses reka bentuk secara terperinci.



Rajah 3: Fasa reka bentuk puppet digital masa nyata

Karakter *Puppet* Digital

Di dalam subtugasan ini, karakter *puppet* digital masa nyata dilakar dan ditetapkan. Karakter yang dipilih ialah *Humanoid* robot, haiwan, manusia 2D, manusia sebenar, dan wayang kulit. Lima karakter ini dipilih berdasarkan graf *Uncanny Valley* (Mori et al., 2012) yang menerangkan tentang tahap keselesaan penonton terhadap jenis karakter sesuatu karakter yang digunakan.



Rajah 4: Kedudukan karakter yang dipilih dalam graf *Uncanny Valley*

Berdasarkan graf *Uncanny Valley*, lima karakter telah dipilih untuk pembangunan *puppet* digital masa nyata, khususnya bagi mencapai tahap penyelesaian yang positif dalam kalangan penonton. Pertama, karakter robot *Humanoid* dipilih kerana mampu memberikan kesan emosi positif yang optimum kepada penonton dan berada di kedudukan graf yang tinggi. Kedua, karakter haiwan dipilih kerana memberikan penyelesaian yang tinggi di dalam graf *Uncanny Valley*. Karakter ketiga ialah karakter manusia 2D, yang mirip keadaan manusia sebenar dengan kedudukan yang baik di dalam graf. Keempat pula ialah karakter manusia sebenar dipilih sebagai kedudukan terbaik dalam graf, kerana penyelesaian penonton bertambah apabila mereka melihat manusia sebenar. Manakala yang terakhir ialah karakter wayang kulit, dipilih sebagai cubaan untuk melihat adakah akan wujud kesan *Uncanny* seperti karakter buraku *puppet*. Dengan menggunakan gabungan karakter-karakter ini dalam perisian *puppet* digital masa nyata, matlamat pembangunan adalah untuk memastikan penonton terhibur kerana aplikasi yang berupaya meningkatkan motivasi mereka apabila terlibat dalam sesi bercerita dengan *puppet* digital masa nyata.

Pemilihan karakter merupakan elemen penting dalam pembangunan animasi. Di mana, perlu mengambil kira peranan jantina dalam mempengaruhi emosi dan penerimaan kanak-kanak (Muhamad Firdaus Ramli & Rofidah Musa, 2020). Selalunya, karakter lelaki digunakan terutamanya dalam siri filem animasi sebagai idola dan teladan. Namun, tidak boleh diketepikan bahawa karakter gadis juga memainkan peranan penting dalam animasi. Perwatakan kanak-kanak perempuan mestilah menunjukkan unsur-unsur positif yang boleh membangkitkan semangat penonton kanak-kanak dan juga mengajar masyarakat, khususnya kanak-kanak tentang kepentingan menjauhi stereotaip terhadap wanita (Cui et al., 2021).

Dalam proses reka bentuk karakter yang sesuai, terdapat beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan, namun tidak terbatas pada faktor jantina (Cui et al., 2021). Oleh itu, karakter utama *puppet* digital masa nyata merupakan seorang lelaki dewasa dan kanak-kanak perempuan yang bertudung yang menampilkan ciri-ciri tempatan. Seterusnya, karakter manusia sebenar dan kanak-kanak perempuan ini juga menjadi panduan untuk menentukan reka bentuk karakter *Humanoid* robot, haiwan, manusia 2d dan wayang kulit yang berpadanan. Kesemua karakter tidak diselaraskan dengan pakaian yang sama tetapi hanya sekadar berkonsepkan lelaki dan kanak-kanak perempuan.

Karakter lelaki diambil dengan mengadakan sesi penggambaran di dalam studio untuk mendapatkan kualiti imej yang jelas dan resolusi tinggi. Dalam studio, keadaan pencahayaan boleh dikawal dengan baik yang membolehkan penggambaran optimum. Dalam proses ini, individu yang akan menjadi karakter lelaki akan diletakkan di hadapan.

Kamera dalam pelbagai posisi atau adegan yang diperlukan. Jurugambar akan menggunakan peralatan kamera berkualiti tinggi untuk menghasilkan imej dengan resolusi tinggi dan butiran yang jelas. Apabila imej telah diambil, langkah seterusnya ialah memprosesnya menggunakan perisian penyuntingan imej seperti Adobe Photoshop. Dalam perisian ini, manipulasi imej boleh dilakukan untuk mencapai matlamat animasi yang dikehendaki. Contohnya, imej boleh dicantum bersama untuk mencipta gerakan yang kelihatan semula jadi, atau elemen lain boleh ditambah atau diubah untuk mencipta kesan yang diinginkan.

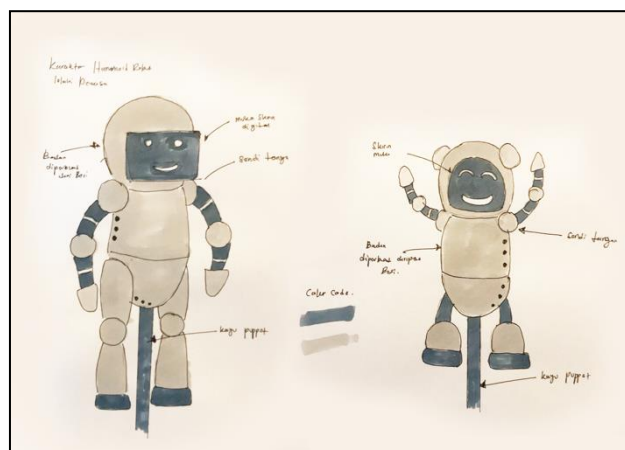


Rajah 5: Proses penggambaran karakter manusia sebenar

Kemudian, menggunakan karakter manusia sebenar yang dirakam melalui penggambaran, lakaran dibuat dengan teliti. Proses lakaran ini dijalankan untuk menggambarkan pelbagai jenis karakter, iaitu robot *Humanoid*, haiwan yang mempunyai ciri-ciri manusia, karakter manusia dalam bentuk 2D, serta karakter wayang kulit yang unik. Dalam setiap jenis lakaran ini, butiran dan ciri-ciri yang menggambarkan keperibadian dan fizikal karakter-karakter dipertimbangkan dengan teliti.

Lakaran Karakter

Robot *Humanoid* dilakarkan berpandu karakter manusia lelaki dan kanak-kanak perempuan yang mempunyai elemen mekanikal. Ini disebabkan sifat unik robot *Humanoid* yang menggabungkan aspek manusia dengan komponen mekanikal untuk mencipta entiti seperti manusia. Dalam membangunkan robot *Humanoid*, aspek manusia dititik beratkan untuk menggambarkan ciri-ciri fizikal yang serupa dengan manusia. Ini termasuk bentuk badan, seperti tangan dan kaki serta ciri muka seperti mata, hidung dan mulut. Selain itu, elemen mekanikal disertakan dalam lakaran untuk menunjukkan bahagian robot.



Rajah 6: Contoh lakaran karakter Humanoid robot

Haiwan lelaki dan kanak-kanak perempuan yang dilakar berdasarkan ciri-ciri manusia yang berkonsepkan rekaan haiwan yang mempunyai ciri-ciri fizikal seperti kepala, mata, tangan dan kaki yang menyerupai manusia. Harimau dipilih kerana, harimau adalah ikon Malaysia yang melambangkan kekuatan, keberanian dan keindahan alam liar. Haiwan harimau

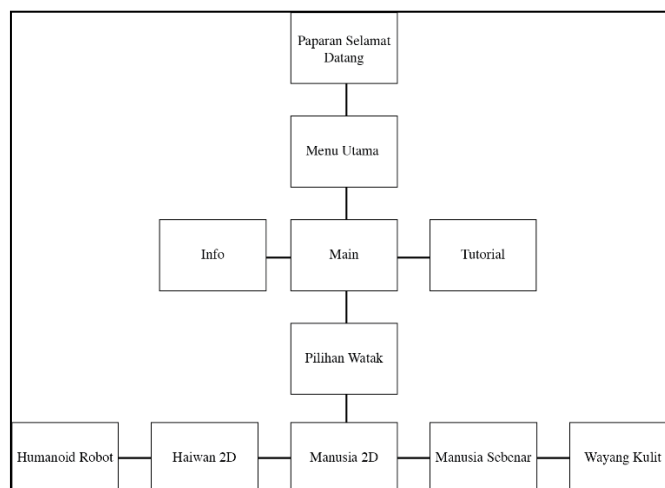
dilukis dengan kepala yang mempunyai jalur, mata tajam, dan mulut yang boleh bercakap. Selain daripada itu, tangan dan kaki manusia pula menambahkan keupayaan untuk manipulasi objek dan pergerakan postur badan yang tegak.

Manusia 2D lelaki dan kanak-kanak perempuan yang dilakar berdasarkan manusia di adaptasi dengan menggambarkan rupa dan ciri fizikal individu dalam bentuk imej dua dimensi. Karakter diberi perhatian dari segi bentuk muka, bentuk badan, kaki, tangan dan warna kulit.

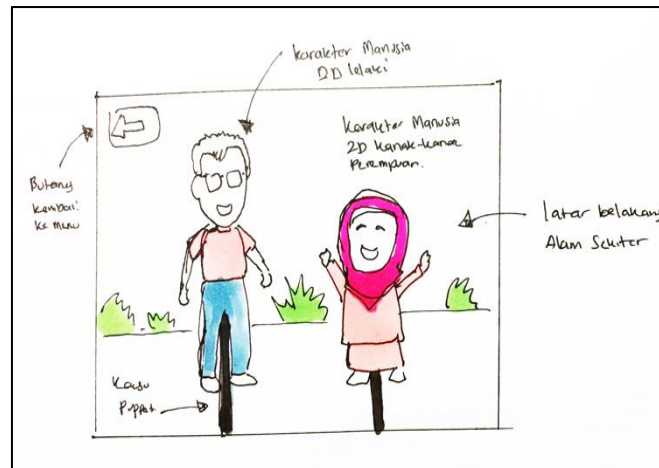
Akhir sekali ialah melakarkan karakter wayang kulit, di mana penting untuk menekankan ciri-ciri yang mirip dengan manusia, seperti bentuk tubuh manusia termasuk lengan, kaki, dan kepala. Selain itu, rupa bentuk wajah, mata, hidung, dan mulut juga harus menggambarkan karakter manusia. Hal ini diperincikan seperti gaya rambut, kening, dan janggut harus diperhatikan supaya mirip kepada manusia sebenar. Selain itu juga, pakaian dan aksesori perlu disesuaikan dengan karakter, agar penonton lebih mudah mengenali dan memahami figura manusia yang ditunjukkan. Kedua-dua karakter juga berkonsepkan lelaki dan kanak-kanak perempuan.

Lakaran Antara Muka Perisian *Puppet Digital* Masa Nyata

Lakaran antara muka perisian *puppet* digital masa nyata yang menarik dapat menentukan reka bentuk struktur dan kandungan yang sesuai untuk penceritaan kanak-kanak. Oleh hal yang demikian, lakaran antara muka memerlukan carta alir ataupun peta navigasi untuk menghasilkan lakaran (Nurul Hafizah et al., 2020). Berdasarkan peta navigasi, UI (*User Interface*) disediakan bagi setiap kategori skrin dan halaman untuk tujuan pengujian interaksi pengguna sebelum fasa pembangunan. Tujuan lakaran ini adalah untuk memastikan antara muka yang dihasilkan mudah digunakan oleh pengguna, serta kelihatan menarik dengan penggunaan elemen-elemen visual. Secara lebih terperinci, UI ialah aspek yang berkaitan dengan elemen visual yang menarik seperti skrin, halaman, grafik, dan butang. Elemen ini direka bentuk sedemikian rupa bagi mewujudkan perasaan mesra pengguna ketika menggunakan perisian ini serta proses interaksi menjadi lebih kreatif dan menghasilkan maklum balas yang positif.



Rajah 7: Carta alir perisian *puppet digital* masa nyata



Rajah 8: Contoh lakaran antara muka pentas karakter manusia 2D

PEMBANGUNAN

Lakaran yang telah ditetapkan dalam fasa reka bentuk menjadi panduan untuk proses pembangunan perisian *puppet* digital masa nyata. Berpandukan fasa reka bentuk, fasa pembangunan *puppet* digital masa nyata ini dimulakan dengan pembangunan karakter *puppet* digital *Humanoid* robot, haiwan, manusia 2D, manusia sebenar dan wayang kulit. Selepas itu diikuti dengan pembangunan antara muka perisian *puppet* digital masa nyata.

Reka Bentuk Karakter Manusia Sebenar

Karakter manusia bertangan dua, berbadan tegak dan berkaki, digunakan sebagai panduan dalam reka bentuk *Humanoid* robot, haiwan, manusia 2D dan wayang kulit. Panduan ini menyediakan prinsip visual dan elemen penting untuk mencipta karakter sedemikian dengan pelarasan untuk disesuaikan dengan setiap konteks reka bentuk. Karakter manusia sebenar memberikan inspirasi untuk bentuk fizikal robot *Humanoid*, haiwan, reka bentuk manusia 2D dan bentuk badan wayang kulit.

Adobe Photoshop digunakan untuk menyunting imej hasil daripada mengambil foto gambar manusia sebenar lelaki dan kanak-kanak perempuan untuk tujuan animasi dan pengalaman realiti masa nyata didalam perisian Unity. Imej ini dilaraskan dengan warna, kontras, memotong, mengubah saiz kepada beberapa bahagian badan. Setelah disunting, imej boleh diimport ke dalam perisian Unity untuk digunakan dalam proses animasi dan mencipta pengalaman masa nyata.

Reka Bentuk Karakter *Humanoid* Robot

Karakter robot *Humanoid* direka bentuk berdasarkan rupa manusia sebenar seperti mempunyai bentuk tegak, lengkap dengan tangan dan kaki. *Humanoid* robot juga dilengkapi dengan sambungan mekanikal yang membolehkan kelihatan seperti sifat robot. Selain itu, warna kelabu dipilih untuk menjadikannya kelihatan seperti robot yang diperbuat daripada logam. Karakter robot ini dihasilkan dengan menggunakan perisian Adobe Illustrator dalam bentuk vektor supaya mudah dieksport ke beberapa bahagian anggota badan di dalam format PNG untuk kegunaan pengaturcaraan dalam Unity (Malingkas et al., 2021). Justeru, fokus utamanya adalah untuk tujuan animasi dan pengalaman masa nyata.

Reka Bentuk Haiwan

Karakter haiwan juga direka bentuk berdasarkan manusia sebenar berdasarkan foto yang diambil iaitu lelaki dan kanak-kanak perempuan yang mempunyai kaki, tangan dan badan yang tegak seperti manusia. Karakter haiwan ini diambil berdasarkan haiwan harimau supaya menampakkan ciri-ciri ikon Malaysia. Kedua-dua karakter ini mempunyai sifat dan ciri harimau yang mempunyai belang dan berwarna jingga. Kesemua karakter disegmenkan kepada beberapa bahagian untuk memudahkan animasi masa nyata dengan pengaturcaraan dalam Unity.

Reka Bentuk Karakter Manusia 2D

Selain itu juga, manusia 2D dihasilkan berdasarkan foto manusia sebenar yang telah diambil. Sama juga seperti manusia sebenar yang mempunyai ciri-ciri seperti kaki, tangan dan badan, cuma dijadikan sebagai karakter 2D. Aksesori seperti berbaju, berseluar panjang bagi lelaki dan bertudung dan pakaian menutup aurat untuk kanak-kanak perempuan. Karakter-karakter kesemuanya dipecahkan ke beberapa bahagian bagi memudahkan animasi masa nyata dihasilkan dalam perisian Unity.

Reka Bentuk Wayang Kulit

Karakter yang terakhir ialah wayang kulit, iaitu adaptasi daripada karakter manusia sebenar ke dalam bentuk wayang kulit. Terbahagi kepada lelaki dan kanak-kanak perempuan, karakter ini mempunyai ciri-ciri seperti lengan yang panjang dan runcing, badan dan kepala yang rata, serta mata yang memandang ke kanan atau kiri. Aksesori yang digunakan ialah berpakaian dengan corak dan motif tradisional wayang kulit. Kesemua karakter wayang kulit ini juga disegmenkan ke beberapa bahagian supaya memudahkan animasi dan masa nyata di lakukan dalam perisian Unity.

Pengaturcaraan Perisian *Puppet* Digital Masa Nyata

Untuk menghasilkan perisian *puppet* digital masa nyata menggunakan Unity memerlukan pengetahuan dan pemahaman terhadap pengaturcaraan C#. Hal ini kerana, Bahasa pengaturcaraan perlu diguna pakai untuk mengawal tingkah laku objek, proses urutan interaksi dan mewujudkan logik perisian (Roedavan et al., 2020). Oleh yang demikian, sebelum memasukkan elemen grafik dan animasi ke dalam perisian *puppet* digital masa nyata, perkara yang perlu dilakukan adalah dengan menyediakan draf templat awal mengikut urutan carta alir dan aturan papan cerita menggunakan perisian Unity.

Sehubungan dengan itu, proses pembuatan templat awal ataupun *Scene* ini adalah dengan memasukkan rangkaian awal seperti mengatur struktur asas dan aliran perisian. (Zekai, 2023). Dengan itu, penghasilan *puppet* digital masa nyata dapat dilakukan secara terperinci mengikut hasil kajian yang telah dilakukan dengan menghubungkan *Scene* antara satu sama lain menggunakan pengaturcaraan C#. Hal ini membolehkan perisian dapat mengawal pertukaran proses antara peringkat. Selepas selesai proses pembuatan templat, *Scene* akan dimasukkan ke dalam *Build Settings* di dalam perisian Unity supaya pengaturcaraan C# dapat mencari *Scene* tertentu ketika butang UI dihasilkan pada proses seterusnya.

Setelah *Scene* berjaya dihubungkan, templat pilihan butang menggunakan C# di dalam Unity akan dihasilkan. Proses ini bermula dengan mencipta lima templat butang UI dalam Unity berdasarkan jenis *puppet* digital masa nyata yang akan dihubungkan kemudian.

Sehubungan dengan itu, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah dengan mencipta objek butang dalam Unity berdasarkan antara muka pengguna (UI) yang disediakan. Setelah itu, butang akan diberikan nama dan sifat visual seperti saiz, warna dan teks. Skrip pengaturcaraan C# ditambah kepada butang yang juga diguna pakai untuk menghubungkan *Scene*. Hal ini membolehkan penghasilan tindak balas butang ketika ditekan atau diklik. Selain itu, C# juga digunakan untuk menambahkan fungsi-fungsi tambahan seperti memanipulasi objek yang lain. Oleh hal demikian, langkah-langkah penghasilan butang di ulang untuk setiap jenis *puppet* digital mengikut fungsi yang bersesuaian.

Setelah templat *scene*, menu dan butang dihasilkan, proses paling penting yang perlu dilakukan ialah menghubungkan alat *Leap motion* dengan mengimport SDK. SDK ialah kit pembangunan perisian yang digunakan dengan *Leap motion* untuk mengesan pergerakan tangan dan jari dengan ketepatan yang tinggi. SDK ini menyediakan alatan dan antara muka pengaturcaraan yang membolehkan pembangun mengakses data dan menggunakan maklumat daripada *Leap motion*. Setelah proses mengimport SDK selesai, objek asas *Leap motion* dalam Unity perlu dihasilkan dengan menambah skrip yang dinamakan sebagai *Leap Hand Controller* pada *Scene* Unity. Jika segala turutan tetapan berlaku seperti yang dirangka, proses tetapan itu akan menghasilkan keupayaan untuk mengakses data daripada *Leap motion* serta mengawal objek dalam Unity.

```
using UnityEngine;
using Leap;
public class LeapMotionController : MonoBehaviour
{
    private Controller leapController;
    private void Start()
    {
        leapController = new Controller();
    }
    private void Update()
    {
        Frame frame = leapController.Frame();
        if (frame.Hands.Count > 0)
        {
            Hand hand = frame.Hands[0];
            Vector3 handPosition = hand.PalmPosition.ToUnityScaled();
            Quaternion handRotation = hand.Basis.Rotation();
        }
    }
}
```

Rajah 9: Contoh pengaturcaraan C# menghubungkan tangan pada *Leap motion*

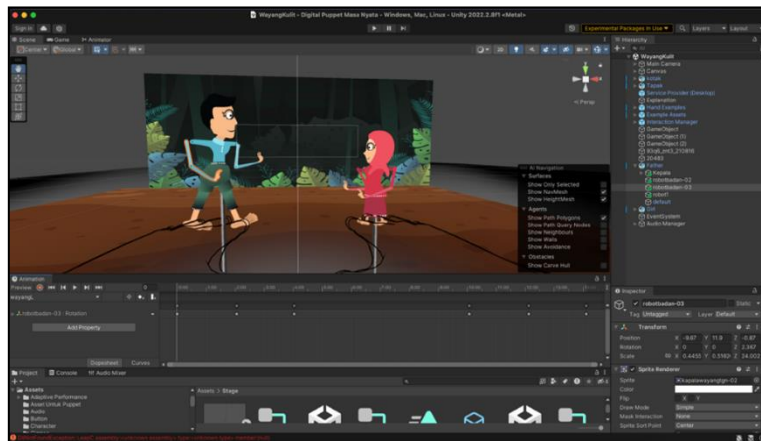
Oleh hal demikian, pengaturcaraan C# adalah sangat penting dalam membangunkan *puppet* digital masa nyata. Hal ini kerana, Unity adalah enjin permainan dan perisian popular yang sering digunakan untuk membina permainan dan aplikasi interaktif dengan menggunakan C# sebagai bahasa pengaturcaraan utama. Oleh itu, pembangun berkeupayaan menghasilkan perisian *puppet* digital masa nyata dengan berkesan.

Reka Bentuk Antara Muka Perisian *Puppet* Digital Masa Nyata

Adobe Illustrator digunakan untuk merealisasikan hasil lakaran awal antara muka *puppet* digital masa nyata. Setelah lakaran selesai, hasil karya tersebut dapat dieksport dengan format PNG ke dalam perisian Unity.

Unity ialah platform yang digunakan untuk mengarang perisian *puppet* digital masa nyata dengan mengintegrasikan elemen grafik yang telah direka bentuk. Dengan keupayaan bahasa pengaturcaraan seperti C#, pengaturcaraan tersebut mampu menghasilkan perisian yang menarik serta antara muka pengguna dengan interaktif yang baik. Selain itu juga, dengan gabungan Unity dan alat *Leap motion* juga mampu menangkap pergerakan tangan dalam masa nyata yang membolehkan pengguna mengawal karakter *puppet* digital dengan pergerakan tangan mereka sendiri.

Setelah menghasilkan antara muka *puppet* digital secara interaktif, peringkat akhir di mana setiap karakter dimasukkan dan di animasikan supaya karakter-karakter *puppet* digital kelihatan seolah-olah hidup dan tidak kaku.



Rajah 10: Contoh karakter *puppet* digital masa nyata dianimasikan

Antara Muka Perisian *Puppet* Digital Masa Nyata

Paparan bermula dengan logo *puppet* digital yang muncul secara perlahan untuk mewujudkan suasana mesra dan menjemput pengguna untuk menerokai dunia *puppet* digital masa nyata yang menarik. Selepas itu, menu utama muncul dengan paparan yang jelas dan mudah difahami. Pengguna dipersembahkan dengan beberapa butang yang menyediakan pilihan yang berbeza.

Pengguna perlu mengklik butang "Masuk" untuk ke dunia *puppet* digital masa nyata. Apabila butang ini diklik, menu pilihan muncul dengan pilihan karakter-karakter. Ikon grafik karakter yang ditunjukkan memberikan panduan atau gambaran visual karakter yang akan terpapar. Karakter-karakter yang dipaparkan ialah *Humanoid* robot, haiwan, manusia 2D, manusia sebenar dan wayang kulit.

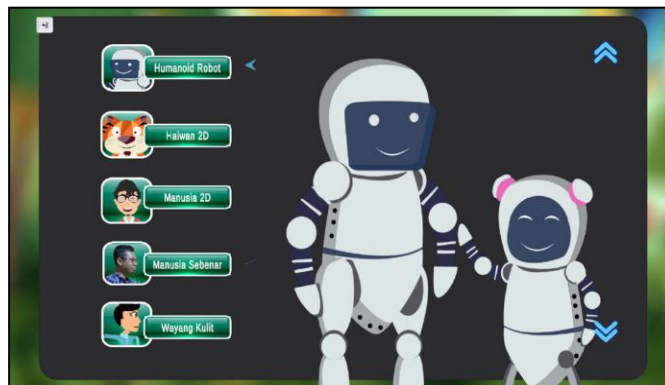
Leap motion digunakan sebagai alat bantuan supaya pengguna boleh mengawal pergerakan karakter. *Leap motion* yang dilengkapi dengan sensor sensitif, membolehkan perisian menangkap pergerakan tangan mereka dengan ketepatan yang tinggi. Ini mewujudkan pengalaman yang menarik, di mana pengguna benar-benar merasa terlibat dalam mengawal karakter sambil bercerita kepada kanak-kanak.



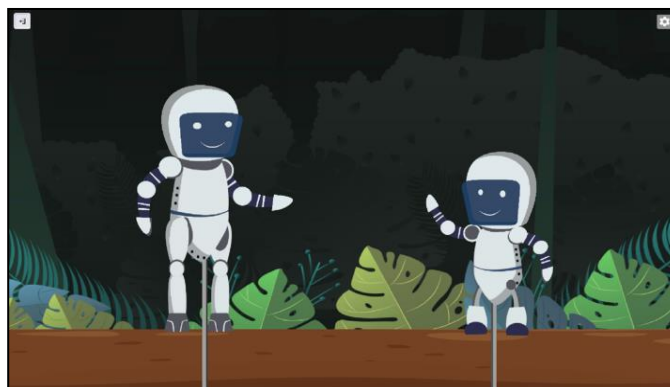
Rajah 11: Skrin selamat datang



Rajah 12: Skrin menu utama



Rajah 13: Menu pilihan karakter



Rajah 14: Skrin pentas karakter Humanoid robot



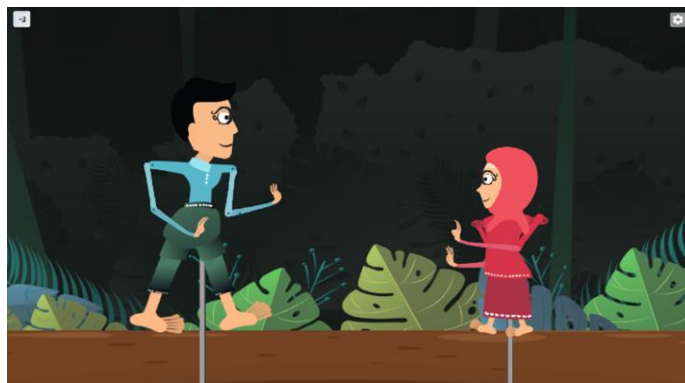
Rajah 15: Skrin pentas karakter haiwan



Rajah 16: Skrin pentas karakter manusia 2D



Rajah 17: Contoh skrin pentas karakter manusia sebenar



Rajah 18: Skrin pentas karakter wayang kulit

Kawalan Mudah Perisian *Puppet* Digital Masa Nyata

Kawalan masa nyata yang efisien adalah amat penting dalam menghasilkan perisian *puppet* digital masa nyata. Hal ini kerana, kawalan masa nyata ini melibatkan keselesaan pengguna semasa menggerakkan *puppet* digital ketika bercerita.

Justeru, proses awal untuk pengawalan *puppet* digital masa nyata adalah dengan menggunakan kawalan 3D secara penuh. Pengguna mampu menggerakkan *puppet* digital dalam bentuk tiga dimensi seperti dalam simulasi dunia nyata. Walau bagaimanapun, kaedah ini sering mengakibatkan masalah yang ketara.

Antara masalah yang kerap berlaku adalah ketidakstabilan *puppet* digital atau objek 3D, seperti tetapan graviti dan kinematik objek dalam Unity yang cuba mensimulasikan keadaan fizikal dunia nyata seringkali mengganggu keseimbangan *puppet* digital (Nor Farzana Syaza, & Dayang Rohaya, 2020). Sehubungan itu, perkara ini menyebabkan timbul masalah yang mengganggu proses penceritaan dan mengurangkan keselesaan pengguna.

Di samping itu, cara yang boleh diambil untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan perubahan kepada pengawalan *puppet* digital dengan membatasi pergerakan *puppet* digital, iaitu dengan hanya menghadkan pada paksi x dan y. Dengan kata lain, pengguna hanya boleh menggerakkan *puppet* digital ke kiri dan ke kanan serta ke atas dan bawah, sementara pergerakan pada paksi z dibatasi atau dihilangkan.

Hal ini perlu diambil kira dengan mempertimbangkan bahawa pergerakan pada paksi x dan y lebih mudah dilaksanakan dan lebih mesra pengguna. Oleh itu, dengan menggunakan pergerakan yang lebih sederhana ini, pengguna lebih mudah untuk mengawal *puppet* digital menggunakan tangan tanpa terlalu risau tentang masalah keseimbangan atau kehilangan kawalan.

Justeru, kawalan pergerakan dengan hanya batasan pada paksi x dan y ini adalah untuk memastikan pengguna dapat mengendalikan *puppet* digital masa nyata dengan mudah tanpa menghadapi masalah kehilangan kawalan seperti sebelum ini. Oleh hal demikian, apabila pengguna memahami proses ini, mereka dapat memberikan sepenuh tumpuan kepada naratif dan interaksi dengan *puppet* digital tanpa dibebani dengan isu teknikal untuk menjadikan pengalaman bercerita ini lebih lancar.

PELAKSANAAN DAN PENILAIAN

Proses penilaian *puppet* digital masa nyata dilakukan secara berterusan sepanjang proses pembangunan perisian, reka bentuk dan melibatkan beberapa kategori pakar terlibat. Penilaian ini tidak hanya berfokus pada penampilan fizikal dan penggunaan perisian *puppet* digital masa nyata, tetapi juga melibatkan prestasi keseluruhan terutamanya pengaruh karakter *puppet* digital masa nyata terhadap emosi kanak-kanak.

Menurut pakar pedagogi kanak-kanak yang telah dilantik, secara keseluruhannya, penggunaan *puppet* digital masa nyata ini telah memenuhi keperluan pengetahuan kanak-kanak untuk penceritaan. Perisian *puppet* digital masa nyata ini menepati dan bersesuaian dengan skop pembelajaran kanak-kanak khususnya untuk lima hingga enam tahun. Justeru, perisian ini memudahkan proses penceritaan kerana *puppet* digital ini boleh dikendali dalam masa nyata dengan mudah oleh guru. Di samping itu, perisian ini dapat meningkatkan kemahiran guru

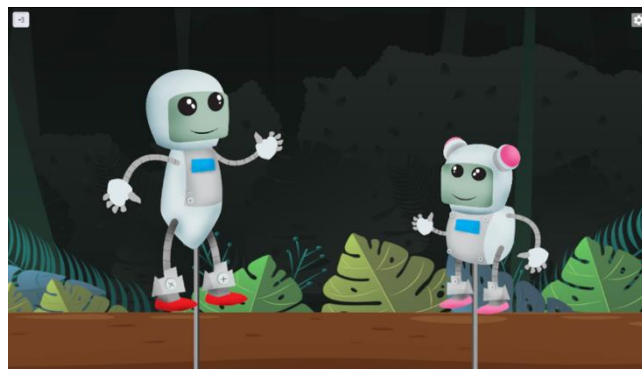
terhadap pengajaran terutamanya untuk penceritaan di dalam kelas. Oleh demikian, guru dapat membantu menerapkan nilai-nilai moral yang baik kepada kanak-kanak. Sehubungan dengan itu, penggunaan *puppet* dapat meningkatkan emosi positif kanak-kanak terhadap proses penceritaan dalam pembelajaran. Selain itu, ulasan telah diberikan oleh pakar pedagogi kanak-kanak bahawa *puppet* digital masa nyata ini menarik dan bersesuaian dengan teknologi terkini untuk membantu kanak-kanak dan guru dalam perkembangan pelajaran. Walau bagaimanapun, *puppet* digital masa nyata ini perlu ditambah baik seperti pergerakan, muka dan anggota badan karakter yang lebih pelbagai.

Selain itu menurut pakar animasi, karakter *puppet* digital masa nyata seperti karakter *Humanoid* robot adalah positif dan menarik untuk kanak-kanak. Namun, rekaan karakter robot *Humanoid* ini perlu diperbaiki dari segi kecomelan dan bentuk yang lebih seimbang. Walaupun karakter haiwan sangat sesuai untuk kanak-kanak, tetapi karakter tersebut perlu diubah suai dari segi kontra pada bahagian tertentu seperti kuku, bulu dan ekor. Selain daripada karakter haiwan, karakter manusia 2D perlulah kelihatan seperti karakter komik dan secara keseluruhan karakter ini berada dalam keadaan baik untuk kanak-kanak. Selain dari itu, karakter manusia sebenar adalah sangat positif namun berbeza dengan karakter wayang kulit yang perlu diketengahkan dari segi rekaan corak dan elakkan penggunaan warna hitam.

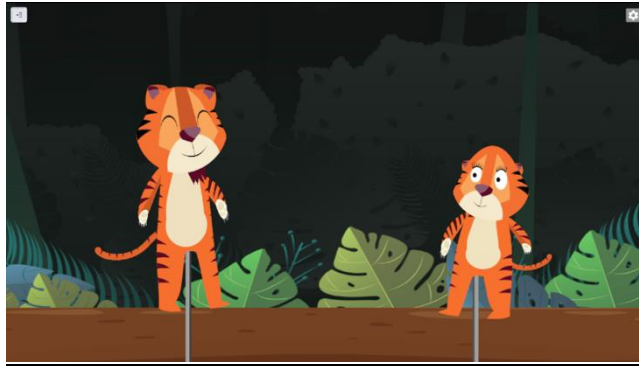
Secara kesimpulannya, *puppet* digital masa nyata ini bersesuaian sebagai alat untuk penceritaan dan pengajaran kanak-kanak di dalam kelas. Justeru itu, *puppet* digital masa nyata ini dapat meningkatkan minat, kefahaman, dan keterlibatan mereka melalui karakter-karakter animasi yang menyeronokkan. Oleh hal demikian, penggunaan *puppet* membolehkan guru mengintegrasikan elemen multimedia untuk pengajaran yang lebih menarik (Aina" Rasyidah Samsuddin & Hapsah Md Yusof, 2020).

Pengubah Suaian

Berdasarkan maklum balas dari pakar pedagogi kanak-kanak dan pakar animasi proses penambahbaikan dan pembetulan telah dilakukan, khususnya terhadap reka bentuk karakter dan pergerakan karakter. Rajah 19 sehingga Rajah 23 merupakan hasil terakhir reka bentuk *antara muka* bagi lima karakter *puppet* digital yang dihasilkan.



Rajah 19: Karakter Humanoid robot yang diubah suai



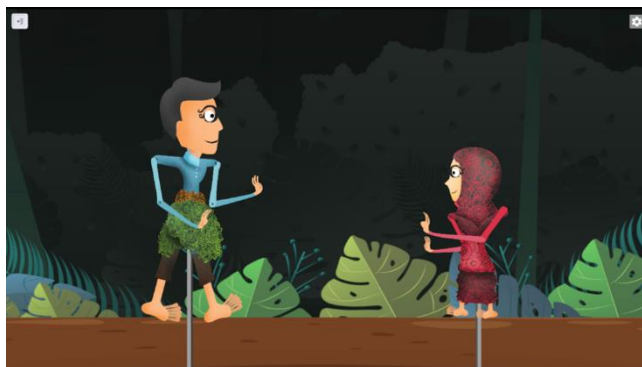
Rajah 20: Karakter haiwan yang diubah suai



Rajah 21: Karakter manusia 2D yang diubah suai



Rajah 22: Karakter manusia sebenar yang diubah suai

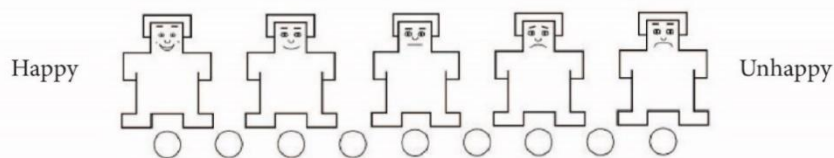


Rajah 23: Karakter wayang kulit yang diubah suai

PENILAIAN EMOSI KANAK-KANAK

Pengujian emosi telah dilaksanakan dalam kalangan tiga puluh pelajar tadika yang berumur lima hingga enam tahun. Kanak-kanak telah mengikuti lima sesi penceritaan berkenaan alam sekitar yang disampaikan oleh guru sekitar 5 minit bagi setiap karakter. Cerita bagi setiap karakter adalah berbeza. Setelah mengikuti sesi penceritaan, kanak-kanak telah diminta untuk memberi respon emosi melalui soal selidik Self-Assesment Manikin (SAM). Model SAM ini dipilih untuk digunakan dalam kajian ini kerana model ini dapat menggambarkan emosi responden secara tepat melalui tiga dimensi perasaan, iaitu seronok-tidak seronok, tahap rangsangan, dan ketundukan/patuh. Ketiga perasaan ini dapat terjadi secara bersamaan tanpa saling mempengaruhi satu sama lain (Russell & Mehrabian, 1977).

Namun, bagi kajian ini hanya aspek seronok yang dilihat. Dalam Model SAM, setiap dimensi emosi digambarkan melalui urutan watak dengan total sembilan skala pilihan, yang memberikan kemudahan bagi responden dalam membuat pilihan emosi. Di mana untuk dimensi keseronokan (*pleasure*), urutan watak pada model SAM dimulai dengan senyuman, neutral dan negatif, iaitu 1 untuk pilihan paling positif dan 9 untuk pilihan paling negatif. Watak senyuman mencerminkan ekspresi positif dan kepuasan, watak neutral mewakili keadaan neutral tanpa ekspresi emosi yang kuat dan watak negatif mewakili ketidakselesaan (Bradley & Lang, 1994).



Rajah 25: Atribut keseronokan dalam soal selidik SAM

Dapatan pengujian menunjukkan atribut keseronokan bagi kelima-lima karakter adalah berada pada tahap positif, iaitu *Humanoid* robot ($M=2.07$, $SD=2.333$), haiwan ($M=2.90$, $SD=2.074$), manusia 2D ($M=2.63$, $SD=2.859$), manusia sebenar ($M=2.20$, $SD=2.325$), dan wayang kulit ($M=4.47$, $SD=3.003$).

KESIMPULAN

Puppet digital masa nyata didedikasi untuk membantu guru mengaplikasi pendekatan pembelajaran secara penceritaan kepada kanak-kanak menggunakan perisian komputer dan perkakasan *Leap motion*. Keunikan utama *puppet* digital masa nyata yang dibangunkan adalah penggunaan karakter-karakter yang berada dalam zon positif *Uncanny Valley*.

Secara kesimpulan, objektif utama kajian ini adalah menjurus kepada aspek reka bentuk dan pembangunan aplikasi *puppet* digital serta menganalisis emosi penggunaan *puppet* digital kawalan pengguna masa nyata yang mesra pengguna sebagai agen penceritaan untuk kanak-kanak. Kesemua pendekatan ini didapati dapat membantu dan memudahkan proses penyampaian dan berpotensi menarik minat kanak-kanak terhadap penceritaan oleh guru.

RUJUKAN

- Ahmad Zamzuri, M. A., (2023). *Media Pendidikan: Kajian dan reka bentuk berpusatkan pelajar*. Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Aina Yasmin Mohd Amin, Adhara Ahmad, & Hashimah Hashim (2024). Exploring the role of storyline, characters, and interactive storytelling techniques in fostering socio-emotional learning in early childhood education. *Jurnal Pendidikan Awal Kanak-kanak Kebangsaan*, 13(2), 58–67. <https://doi.org/10.37134/jpak.vol13.2.6.2024>
- Andayani, U., Siregar, B., Gani, A., & Syahputra, M. F. (2020). Augmented Reality for Respiratory System using *Leap motion* Controller. *Proceedings of the International Conference of Science, Technology, Engineering, Environmental and Ramification Researches (ICOSTEERR 2018)*, 1900–1904. <https://doi.org/10.5220/0010090519001904>
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 25(1), 49-59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Budoya, C. M., Kissake, M. M., & Mtebe, J. S. (2019). Instructional design enabled agile method using ADDIE model and feature driven development method. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, 15(1), 35-54.
- Cui, D., Whittinghill, D., Fukada, A., Mousas, C., & Adamo, N. (2021). Interacting with virtual instructors: The effect of gender and years of study on the perception of in-game instructors. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 32(3–4). <https://doi.org/10.1002/cav.2026>
- Dwitiyanti, N., Kumala, S. A., & Widiyatun, F. (2020). Using the ADDIE model in development of physics unit conversion application based on Android as learning media. *Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 10(2). <https://doi.org/10.30998/formatif.v10i2.5933>
- Erni, R., Basorudin, & Imam, R. B. (2022). Pelatihan Pengenalan Desain Grafis Dan Pembuatan Poster Menggunakan Adobe Photoshop. *Indonesian Journal of Community Services and Engagement*, 2(2), 31–37. <https://doi.org/10.57152/consen.v2i2.449>
- Fridsma, L. (2022). *Visual quick start guide Adobe Illustrator*. Peachpit Press.
- Gabajová, G., Krajčovič, M., Matys, M., Furmannová, B., & Burganová, N. (2021). Designing virtual workplace using unity 3d game engine. *Acta Technologica*, 7(1), 35–39. <https://doi.org/10.22306/atec.v7i1.101>
- Jonnalagadda, R., Singh, P., Gogineni, A., Reddy, R. R. S., & Reddy, H. B. (2022). Developing, implementing and evaluating training for online graduate teaching assistants based on ADDIE model. *Asian Journal of Education and Social Studies*, 28(1–10). <https://doi.org/10.9734/ajess/2022/v28i130664>
- Kontovourkis, O., Konstantinou, A., & Kyrizi, N. (2021). Built-in immersive VR technology for decision-making in design and simulation of a flexible shading device. *Proceedings of the Arab Society for Computer Aided Architectural Design*, 190-200. https://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/ascaad2021_054
- Laksono, D., & Aditya, T. (2019). Utilizing a game engine for interactive 3D topographic data visualization. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(8), 361. <https://doi.org/10.3390/ijgi8080361>
- Malingkas, F. D. Y., Karouw, S. D. S., & Lumenta, A. S. M. (2021). Design and build an integrated work college role playing game application. *Teknik Elektro dan Komputer*. 17(4).
- Muhamad Firdaus Ramli & Rofidah Musa (2020). Eklorasi seni visual melalui aktiviti lakaran asas terhadap kanak-kanak prasekolah. *Jurnal Pendidikan Awal Kanak-kanak Kebangsaan*, 9, 35–47. <https://doi.org/10.37134/jpak.vol9.1.4.2020>
- Nor Farzana Syaza, J., & Dayang Rohaya, A. R. (2020). Problems with physical simulation in a virtual lego-based assembly task using unity3d engine. *Proceedings - 2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality*, 298-300. <https://doi.org/10.1109/AIVR50618.2020.00060>
- Novacek, T., Marty, C., & Jirina, M. (2021). Project MultiLeap: Fusing data from multiple *leap motion* sensors. *International Conference on Virtual Rehabilitation*, 2021-May, 19–25. <https://doi.org/10.1109/ICVR51878.2021.9483819>
- Nurul Hafizah Z. A., Roslah, A., Norliana, M., & Suraya, M. (2020). Computer game application for java programming language learning. *Mathematical Sciences and Informatics Journal*, 1(1).
- Pasupuleti, D., Dannana, D., Maddi, R., Manne, U., & Chittawadigi, R. G. (2021). Intuitive control of three omni-wheel-based mobile platforms using *Leap motion*. *Congress on Intelligent Systems*, 673-685. https://doi.org/10.1007/978-981-33-6984-9_53
- Rahul, M. (2018). Review on Motion Capture Technology. *Global Journal of Computer Science and Technology*, 18(1) 22-26.
- Roedavan, R., Pratondo, A., Utoro, R. K., & Sujana, A. P. (2020). Zetcil: Game mechanic framework for Unity game engine. *International Journal of Applied Information Technology*, 3(2) 96-105. <https://doi.org/10.25124/ijait.v3i02.2779>

- Russell, J. A., & Mehrabian, A. (1977). Evidence for a three-factor theory of emotions. *Journal of Research in Personality*, 11(3), 273–294. B [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(77\)90037-X](https://doi.org/10.1016/0092-6566(77)90037-X)
- Samsuddin, A. R., & Yusof, H. M. (2020). Penggunaan gajet terhadap perkembangan kanak-kanak prasekolah. *Jurnal Pendidikan Awal Kanak-kanak Kebangsaan (Isu Khas)*, 9, 113–126. <https://ejournal.upsi.edu.my/journal/JPAK>
- Suratnu, R. (2023). The adoption of the addie model in designing an instructional module: the case of malay language remove students. *International Journal of Indonesian Education and Teaching*, 7(2), 262–270. <https://doi.org/10.24071/ijiet.v7i2.3521>
- Syed Muhammad Hazry, A., Nazreen, A., & Rusnida, R. (2020). Hybrid animation: Implementation of motion capture. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 767(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/767/1/012065>
- Vanderdonckt, J., & Vatavu, R. D. (2020, June 23). A pen user interface for controlling a virtual puppet. *12th ACM SIG CHI Symposium on Engineering Interactive Computing Systems*, 1-6. <https://doi.org/10.1145/3393672.3398637>
- Widyastuti, E., & Susiana. (2019). Using the ADDIE model to develop learning material for actuarial mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1188(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012052>
- Xuchong, Z., Ruiqiu, Z., Liang, C., & Xianmin, Z. (2019). Natural gesture control of a delta robot using *Leap motion*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1187(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1187/3/032042>
- Yang, B., Xia, X., Wang, S., & Ye, L. (2021). Development of flight simulation system based on *leap motion* controller. *Procedia Computer Science*, 183, 794–800. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.02.131>.
- Zekai, Z. (2023). How to achieve aesthetic unity in traditional 3d action game [Unpublished master degree project] University of Skovde