

Prototipe *Lung Tumor e-mannequin* untuk Pelatihan Keterampilan *Fine Needle Aspiration Biopsy*

Diah Prabawati Retnani^{1*}, Kenty Wantri Anita², Dwi Hadi Sulistyarini³, Thareq Barasabha⁴,
Amelinda Natania Nurasih⁵, Muhammad Agung Putra Yudha⁶, Ariyanta Dafa Diputra⁷,
Andreas Putra Christiawan Purba⁸

^{1,2,4,5}Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya, Indonesia

^{3,6}Fakultas Teknik Industri, Universitas Brawijaya, Indonesia

^{7,8}Fakultas Teknik Elektro, Universitas Brawijaya, Indonesia

⁴Department of Psychiatry, Medical Sciences Division, University of Oxford, United Kingdom

⁴St. Cross College, University of Oxford, United Kingdom

Jl. Veteran Malang Telp. 0341-569117

Email: diah_pa@ub.ac.id

INFO ARTIKEL

Alamat Web Artikel:

<https://journal.umy.ac.id/index.php/mt/article/view/21582>

DOI:

<https://doi.org/10.18196/mt.v5i2.21582>

Data Artikel:

Diterima:

07 Februari 2024

Direview:

26 Maret 2024

Direvisi:

30 April 2024

Disetujui:

31 April 2024

Korespondensi:

diah_pa@ub.ac.id

ABSTRAK

Kanker paru merupakan penyebab kematian nomor 2 setelah kanker payudara dengan insiden 11,4% dari penyakit keganasan. Pengambilan spesimen untuk menegakkan diagnosis kanker paru oleh dokter spesialis Patologi Anatomi dapat dilakukan melalui prosedur Fine Needle Aspiration Biopsy (FNAB) menggunakan jarum halus melalui tuntunan imaging dari USG atau CT scan. Berbasis integrasi teknologi 3D Printer dengan manekin berbasis elektronik peneliti melakukan penelitian eksperimental dengan tujuan membuat e-mannequin yang dilengkapi dengan tumor paru untuk pelatihan keterampilan prosedur FNAB oleh mahasiswa Pendidikan Dokter Spesialis Patologi Anatomi sebelum melakukan tindakan pada pasien. Pembuatan e-mannequin menggunakan bahan filamen, tumor berbahan Thermoplastic Polyurethane (TPU) diletakkan pada lokasi paru kiri dan kanan dengan konsistensi kenyal yang dapat dimasukkan jarum halus dan dipasang sensor lampu sebagai validator ketepatan tindakan FNAB pada tumor paru.

Kata Kunci: e-mannequin, FNAB.

ABSTRACT

Lung cancer is the second most common cause of death after breast cancer, accounting for 11.4% of all malignancies. Sampling to confirm a diagnosis of lung cancer by a specialist in anatomical pathology can be done through the Fine Needle Aspiration Biopsy (FNAB) procedure using a fine needle guided by images from an ultrasound or CT scan. Based on the integration of 3D printing technology with electronic-based mannequins, the researchers conducted experimental research with the aim of creating e-mannequins equipped with lung tumours for the training of FNAB procedure skills by Anatomic Pathology Specialist Doctoral Education students before performing procedures on patients. The e-mannequins are made using filament material, with thermoplastic polyurethane (TPU) tumours placed on the left and right lung sites with a springy consistency that can be inserted with a fine needle, and a light sensor installed as a validator for the accuracy of FNAB procedures on lung tumours.

Keywords: e-mannequin, FNAB.

1. PENDAHULUAN

Tumor paru merupakan massa yang diakibatkan dari suatu proses radang atau infeksi seperti *Mycobacterium Tuberculosis*, jamur (*Deep Mycosis*), bakteri pembentuk pus (abses), maupun pertumbuhan jaringan baru (neoplasma) yang dapat bersifat jinak atau ganas. Tumor neoplasma jinak dan ganas memiliki penanganan yang berbeda. Tumor paru ganas dikenal dengan istilah kanker paru merupakan penyebab kematian nomor 2 setelah kanker payudara dengan insiden 11,4% dari keganasan seluruh organ (GLOBOCAN, 2021) [1]. Kejadian kanker paru yang semakin meningkat dipengaruhi berbagai faktor seperti genetik, asap rokok, polusi udara [2]. Diagnosis patologi tumor paru memiliki tingkat kesulitan cukup tinggi dengan letaknya yang berdekatan dengan berbagai

organ dan jaringan lain diantaranya mediastinum yang berisi timus, kelenjar limfoid, jantung, dan saraf [3].

Pengambilan sediaan jaringan maupun sel tumor paru untuk menegakkan diagnosis dapat dilakukan melalui prosedur biopsi aspirasi transtorakal melalui permukaan kulit (perkutan). Biopsi aspirasi transtorakal perkutan dapat dilakukan menggunakan metode *core biopsy* maupun *Fine Needle Aspiration Biopsy* (FNAB) dengan tuntunan imaging radiologi yaitu USG atau CT scan [4],[5]. Ketepatan pengambilan spesimen merupakan kunci penting didalam melakukan tindakan biopsi ini. Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Patologi Anatomi harus terampil melakukan prosedur FNAB transtorakal dengan benar. Selama ini belum ada manekin dengan tumor paru yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran ini. Inovasi media pembelajaran ini diperlukan untuk membantu meningkatkan keterampilan tersebut dengan memanfaatkan teknologi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat manekin elektronik yang dilengkapi dengan tumor paru untuk membantu meningkatkan keterampilan pelaksanaan prosedur FNAB oleh mahasiswa Pendidikan Dokter Spesialis Patologi Anatomi sebelum melakukannya pada pasien. Pembuatan *Lung Tumor e-mannequin* sebagai media praktikum menggunakan konsistensi tumor berlokasi di paru kiri dan kanan yang dapat dimasukkan jarum halus dan menggunakan sensor lampu sebagai validator ketepatan tindakan FNAB.

Fine Needle Aspiration Biopsy (FNAB) merupakan prosedur diagnostik berupa pengambilan sediaan sel tumor menggunakan jarum halus pendek 25G atau jarum spinal 25G untuk tumor yang terletak dalam [4]. Teknik pengambilan sampel FNAB adalah dengan membaringkan pasien di atas *bed* pemeriksaan, menentukan lokasi biopsi, desinfeksi kulit di area biopsi dengan *povidone-iodine* 10% diikuti dengan alkohol 70%, dan melakukan tusukan jarum spinal sesuai tuntunan dari USG atau CT scan hingga mencapai lesi/massa yang ditunjukkan oleh imaging. Setelah mandrin dibuka maka jarum disambungkan ke *sprit* 20 cc, dan ditarik dengan tekanan vakum yang kuat. Sebelum jarum dicabut dari permukaan kulit maka *sprit* dikembalikan ke posisi semula. Terakhir membuat hapusan, fiksasi dan melakukan pulasan. Jika diperlukan, prosedur ini dapat diulang untuk kedua atau ketiga kalinya sesuai dengan penilaian awal oleh ahli Patologi Anatomi [6]

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental pembuatan alat peraga pembelajaran *Lung Tumor e-mannequin* yang menunjang keterampilan FNAB oleh mahasiswa Pendidikan Dokter Spesialis. Penelitian ini dilakukan dalam lima tahap, diantaranya yaitu :

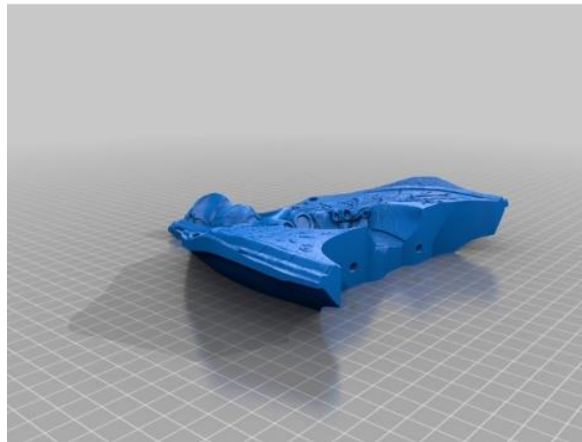
- a. Tahap studi literatur dan pembuatan desain manekin
Tim melakukan persiapan referensi dan literatur sesuai kajian untuk pembuatan alat.
- b. Tahap persiapan alat dan bahan
Tim menyiapkan alat dan bahan untuk pembuatan manekin.
- c. Tahap perangkaian alat
Tim merancang *software* untuk pemrograman dan *hardware* (alat) manekin.
- d. Tahap uji coba
Tim akan melakukan pengujian dan analisis untuk mengetahui konsistensi tumor pada manekin. Uji coba dilakukan dengan menyuntik model tumor menggunakan jarum halus untuk menyentuh dan menjangkau sensor sentuh pada manekin.
- e. Tahap evaluasi
Tim melakukan evaluasi ketercapaian tujuan manekin sebagai sarana untuk meningkatkan keterampilan FNAB.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Persiapan Desain Manekin

Tahapan ini dimulai dengan mengunduh aplikasi khusus *Repertier host* dan mempersiapkan desain digital tiga dimensi berupa pembuatan desain dinding dada (toraks), paru, mediastinum, tulang dada dan sebagian organ abdomen. objek menggunakan aplikasi *Autodesk Fusion 360* yang terkoneksi secara otomatis dengan *3D printer*. Pada kolom cetak dipilih opsi *3D Print* kemudian

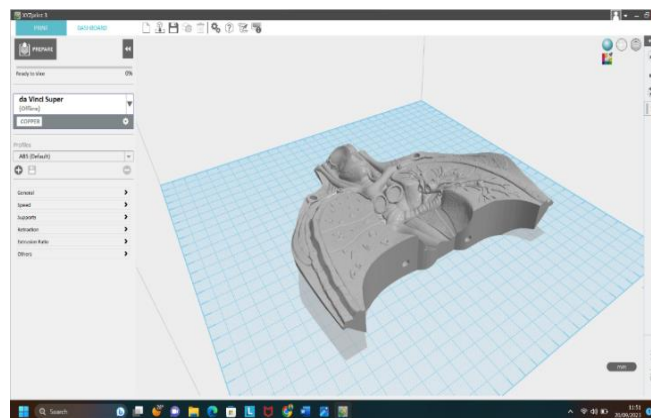
disesuaikan pengaturannya. *Repetier host* berguna untuk mengontrol pengoperasian printer secara langsung.



Gambar 1. Persiapan Desain

3.2. Pengaturan Posisi Organ Manekin

Dalam tampilan aplikasi *Repetier host* terdapat beberapa opsi pengaturan yang bisa disesuaikan dengan kebutuhan. Pengaturan paling dasar yaitu pengaturan posisi organ manekin agar sesuai dengan bidang cetak atau *bed printer* agar organ tersebut melekat kuat dengan alas sehingga tidak bergeser atau berubah bentuk saat proses cetak.



Gambar 2. Pengaturan Posisi Objek

3.3. Setting Tingkat Kerapatan serta Kecepatan 3D Printer Manekin

Tahap selanjutnya adalah melakukan *setting* tingkat kerapatan organ-organ manekin untuk menentukan kepadatannya. Kerapatan 0% berarti cetaknya tidak ada rongga atau garis sama sekali sedangkan kerapatan 100% berarti objek tersebut akan terisi filamen secara penuh dengan kecepatan mesin yang diatur dengan tepat untuk mencetak objek. Jika mesin terlalu cepat akan menyebabkan filamen masih meleleh saat belum sempat terbentuk objek organ-organ manekin.

3.4. Persiapan Konektivitas

Fitur kontrol dan *setting* langsung melalui komputer terdapat pada teknologi 3D printer. Opsi pengaturan yang dapat dilakukan antara lain mengatur tinggi nosel, suhu *nozzel*, serta menentukan batasan wilayah cetak. Pengaturan dasar yang harus dilakukan adalah konektivitasnya yaitu *serial Connection* agar mesin cetak dapat diatur secara langsung tanpa melalui *server* dan *Port – Auto* sehingga koneksi mesin cetak dan komputer dapat berjalan dengan lancar.

3.5. Pengaturan Mesin 3D Printer dengan Komputer

Semua komponen dasar 3D *printer* dapat diatur setelah koneksi sudah berhasil terhubung melalui komputer, antara lain suhu kipas pendingin, suhu *extruder*, suhu *bed*, kecepatan gerak *nosel*, dan jumlah material filamen yang keluar.

3.6. Penyimpanan File Desain 3D Manekin

Penyimpanan file Desain 3D Manekin melalui kolom *print preview* berguna untuk mencetak ulang objek tanpa perlu membuat desain lagi. Penyimpanan dapat dilakukan langsung pada komputer atau *SDcard*.

3.7. Pencetakan Objek Manekin

Pencetakan objek manekin merupakan tahap final yang diawali dengan memastikan ketepatan pemasangan material cetak kemudian klik *Print* untuk mencetak objek.

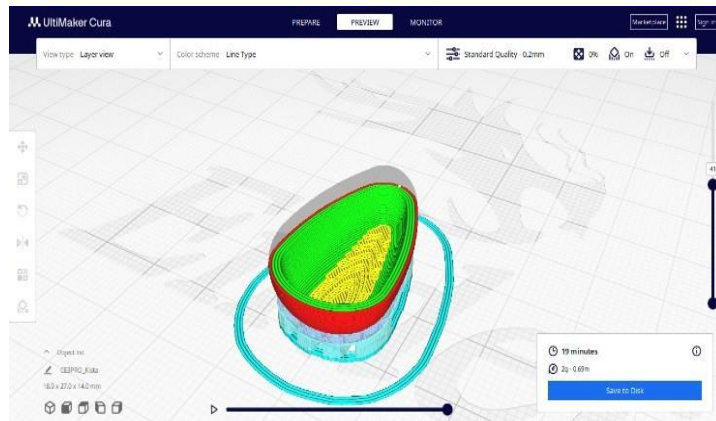


Gambar 3. Foto Hasil Pembuatan Prototipe Manekin

3.8. Pembuatan Model Tumor

Proses pengerjaan model diawali dengan mendesain pada aplikasi 3D design. Aplikasi 3D design yang digunakan di sini adalah autodesk inventor. Bentuk model tumor dan model kista tidak dibedakan. Bentuk dari kedua model diserupakan dengan telur agar bisa terpasang pada prototipe manekin. Setelah melalui proses modeling, selanjutnya masuk ke tahap persiapan printing.

Sebelum dilakukan proses *printing*, semua model 3D perlu disiapkan. Aplikasi yang digunakan di sini adalah *ultimaker cura*, yang merupakan aplikasi 3D *slicer* untuk 3D *print filament*. Tahap persiapan ini dilakukan untuk mengatur kepadatan serta skala atau ukuran dari model tersebut. Pada tahap ini, pengaturan model tumor dan model kista perlu dibedakan pengaturannya. Kepadatan untuk model tumor diatur sebesar 100%, seperti yang tampak pada gambar 11. Sedangkan untuk model tumor, kepadatan diatur sebesar 0% dengan ketebalan dinding $\pm 3\text{mm}$, seperti yang tampak pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Model Tumor pada Aplikasi Ultimaker Cura

Setelah diatur sedemikian rupa, sesuai keinginan, selanjutnya dilakukan tahap *printing*. Model tumor dicetak menggunakan *3D printer filament*. Jenis bahan *filament* yang digunakan adalah TPU. Bahan ini memiliki karakter yang elastis dan fleksibel, sehingga cukup tepat digunakan untuk memodelkan tumor yang cukup lunak (tidak keras seperti tulang).

Model tumor dan kista yang telah tercetak, berikutnya dipasang pada prototipe manekin bagian rongga dinding dada, seperti yang tampak pada gambar 5. Model kista dipasang pada dada kiri atas, sedangkan model tumor dipasang pada dada kanan sedikit ke bawah. Pemasangan model tumor dan kista ke manekin tidak menggunakan perekat apapun, sehingga bisa dilepas lagi. Meskipun demikian, model terpasang dengan kuat ke manekin, sehingga tidak akan terlepas dengan sendirinya



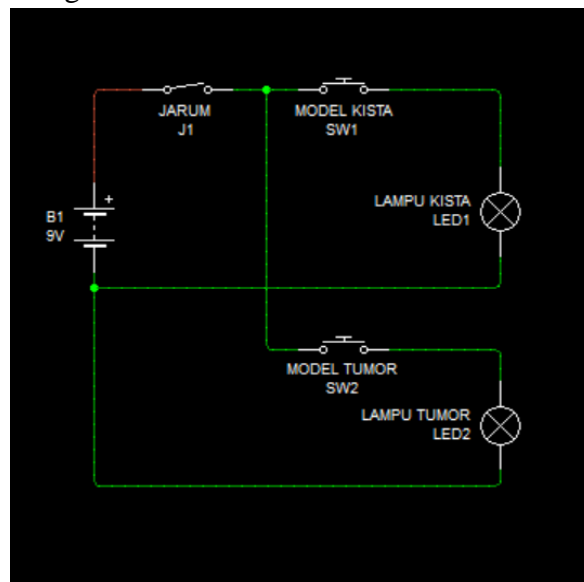
Gambar 5. Model tumor dan kista terpasang pada manekin

3.9. Proses pembuatan Alur Sistem Listrik pada Manekin

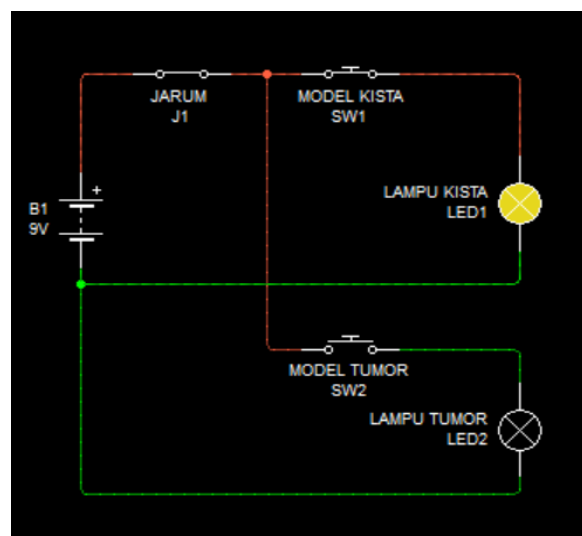
Alur sistem saklar-lampu pada manekin dimulai dengan menentukan alat medis, alat dan komponen elektronika apa saja yang digunakan. Dari hasil diskusi dan hasil analisa, alat dan bahan yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- Spinal Needle* Anastesi Uk 25G Jarum Halus Pendek Anastesi Egemen
- Baterai Box 9 Volt
- 2 Lampu LED DC 12 Volt 3W
- Tray plastik 30 x 40 cm
- Kabel merah 0.75 mm Serabut 2 Meter
- Kabel hitam 0.75 mm Serabut 2 Meter
- Tempat baterai AA isi 2 baterai
- Battery Clip Snap* 5mm DC 9 Volt
- Timah Solder
- Isolasi Listrik / Lakban Hitam 18mm x 18mm x 130 yard 20 mic
- Solder Listrik 60 Watt
- Digital Multitester*

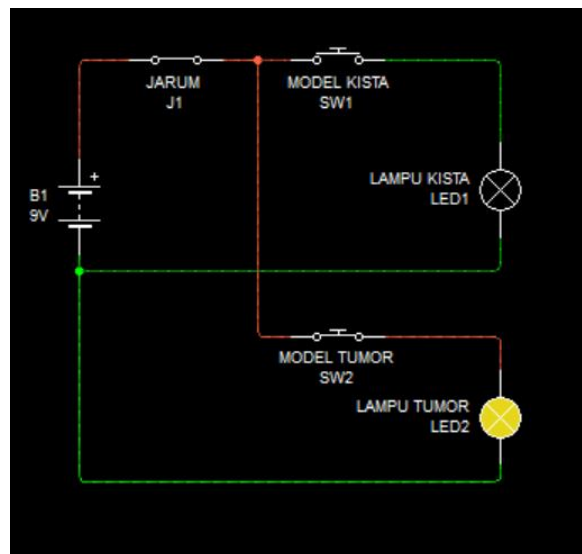
Selanjutnya dibuat diagram *circuit* supaya dapat memahami *circuit system* listriknya menggunakan aplikasi yang bernama *LiveWire Professional Edition* dalam *Current Flow Style*. Adapun *circuit* nya sebagai berikut :



Gambar 6. *Electric Circuit System* pada *Mannequin* ketika *Needle* tidak Memberi Kontak pada Model



Gambar 7. *Electric Circuit System* pada *Mannequin* ketika *Needle* tidak Memberi Kontak pada Model Kista

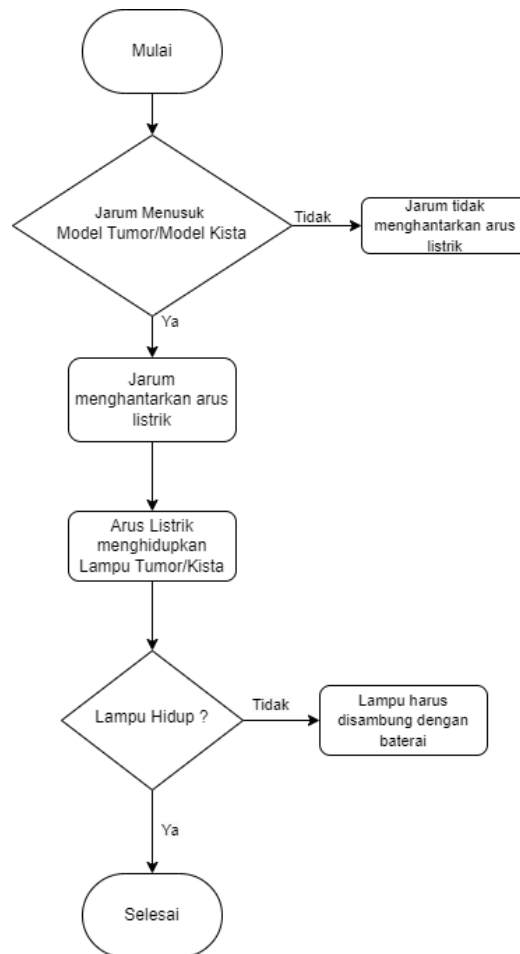


Gambar 8. *Electric Circuit System* pada *Mannequin* ketika *Needle* tidak Memberi Kontak pada Model Tumor

Prosedur *Electric Circuit System* lampu pada manekin :

- Battery Clip Snap* terdapat terminal positif (*katoda*) yang dihubungkan dengan kabel merah dan terminal negatif (*anoda*) yang dihubungkan dengan kabel hitam. Untuk dihubungkan, gunakan Timah Solder, Isolasi Listrik dan Solder Listrik. Setelah tersambung, harap diuji dengan *Digital Multitester* supaya tidak terjadi *short circuit*.
- 2 Lampu LED 12 Volt pada kabel hitam Lampu dihubungkan kedua kabel tersebut dengan kabel hitam *Battery Clip Snap*. Untuk dihubungkan, gunakan Timah Solder, Isolasi Listrik dan Solder Listrik. Setelah tersambung, harap diuji dengan *Digital Multitester* supaya tidak terjadi *short circuit*.
- Spinal Needle* dihubungkan dengan kabel merah pada *Battery Clip Snap* menggunakan Timah Solder, Isolasi Listrik dan Solder Listrik. Harap disambung pada bagian *blade*. Setelah tersambung, harap diuji dengan *Digital Multitester* supaya tidak terjadi *short circuit*.
- Model Kista dan Model Tumor dilubangi dan diisi dengan kawat tembaga maupun kawat timah, Untuk pengisian kawat harap secukupnya saja dan bisa membuat terjadinya arus listrik.
- Model Kista dan Model Tumor dihubungkan kabel merah – masing pada Lampu, sehingga terdapat lampu Model Kista dan Model Tumor. Untuk dihubungkan, gunakan Timah Solder, Isolasi Listrik dan Solder Listrik. Setelah tersambung, harap diuji dengan *Digital Multitester* supaya tidak terjadi *short circuit*.
- Ketika subjek menusuk model kista maupun tumor, karena adanya tegangan yang mengalir pada jarum, bagian *tip* pada jarum akan kontak dengan kawat yang ada di dalam tumor, membuat arus mengalir, berlaku *closed circuit* sehingga Lampu LED ON mengindikasikan bahwa subjek sudah menusuk pada posisi yang tepat sehingga bisa melanjutkan metode FNAB.
- Ketika subjek melepaskan jarum dan model, maka Lampu LED OFF, berlaku *open circuit* dan tidak arus yang mengalir.

Selanjutnya dibentuk *flowchart* dengan tujuan dapat mempermudah pembaca dalam memahami alur listrik dalam manekin seperti pada gambar 10.



Gambar 10. *Flowchart Electric Circuit System* pada *mannequin*

Dari flowchart tersebut, dapat dianalisa bahwa *needle* sudah terhubung dengan baterai tetapi masih dalam keadaan *open circuit*. Namun, ketika subjek menusuk model tumor ataupun model kista dengan *needle* maka keadaan akan berubah menjadi *closed circuit* dikarenakan terjadi kontak sehingga tegangan yang ada di *needle* bisa menghantarkan arus listrik ke lampu, lampu mendapat tegangan sehingga lampu dalam keadaan *ON*.

3.10. Manekin telah Dapat Digunakan



Gambar 11. Manekin telah Berhasil Dibuat dengan System Listrik Lampu



Gambar 12. Tes Ujicoba ketika Subjek Menusuk Model Tumor dan Lampu dalam Keadaan *ON*

4. KESIMPULAN

Dalam penelitian eksperimental ini, kami mengintegrasikan teknologi 3D Printer dengan manekin berbasis elektronik untuk menciptakan alat pembelajaran yang memungkinkan mahasiswa mengasah keterampilan FNAB tumor paru mereka dengan lebih efektif. Penggunaan bahan filament jenis TPU memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan model tumor dalam pembuatan manekin ini dengan mengatur konsistensi kepadatan tumor. Hasil dari penelitian ini manekin telah dapat digunakan sebagai sarana untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam prosedur FNAB dan pembelajaran kesehatan secara keseluruhan, memajukan pendidikan kesehatan, dan memberikan kontribusi positif terhadap praktik medis di masa depan. Penelitian ini tidaklah sempurna, di masa yang akan datang diperlukan evaluasi terus-menerus terhadap efektivitas penggunaan alat peraga ini dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan, serta diperlukan kerja sama dengan institusi kesehatan (rumah sakit) dapat membantu memastikan bahwa mahasiswa memiliki akses ke situasi nyata dan kasus pasien untuk melatih keterampilan FNAB.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Sung et al., 'Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries', *CA Cancer J Clin*, vol. 71, no. 3, pp. 209–249, 2021.
- [2] G. Zhou, 'Tobacco, air pollution, environmental carcinogenesis, and thoughts on conquering strategies of lung cancer', *Cancer Biol Med*, vol. 16, no. 4, p. 700, 2019.
- [3] V. G. Samedi and T. Bocklage, 'Respiratory Tract Cytology', in *Pitfalls in Diagnostic Cytopathology With Key Differentiating Cytologic Features*, V. G. Samedi and T. Bocklage, Eds., Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 121–135. doi: 10.1007/978-3-319-39809-9_7.
- [4] S. Beslic, F. Zukic, and S. Milisic, 'Percutaneous transthoracic CT guided biopsies of lung lesions; fine needle aspiration biopsy versus core biopsy', *Radiol Oncol*, vol. 46, no. 1, pp. 19–22, 2012, doi: doi:10.2478/v10019-012-0004-4.
- [5] E. Portela-Oliveira, C. A. Souza, A. Gupta, H. Bayanati, J. Inacio, and K. Rakhra, 'Ultrasound-guided percutaneous biopsy of thoracic lesions: high diagnostic yield and low complication rate', *Clin Radiol*, vol. 76, no. 4, pp. 281–286, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.crad.2020.12.004>.

- [6] I. A. Marhana, K. Widianiti, and E. H. Kusumastuti, 'Conformity of Fine Needle Aspiration Biopsy (FNAB) and Core Needle Biopsy (CNB) in peripheral lung tumor patients: A cross-sectional study', *Annals of Medicine and Surgery*, vol. 75, p. 103423, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.103423>.
- [7] J. B. Gordetsky, S. Rais-Bahrami, and R. Rabinowitz, 'Annie, Annie! Are You Okay?: Faces Behind the Resusci Anne Cardiopulmonary Resuscitation Simulator', *Anesth Analg*, vol. 131, no. 2, 2020, [Online]. Available: https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/fulltext/2020/08000/annie,_annie_are_you_okayfaces_behind_the.45.aspx
- [8] R. K. D. B. P. P. K. K. R. Riskesdas, 'Apa yang dimaksud Tumor dan Kanker?' Accessed: Oct. 19, 2023. [Online]. Available: <https://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/penyakit-kanker-dan-kelainan-darah/apa-yang-dimaksud-tumor-dan-kanker>
- [9] S. R. Orell and G. F. Sterrett, Orell, Orell and Sterrett's Fine Needle Aspiration Cytology. Elsevier Health Biopsy (FNAB) Massa Intraabdomen dipandu Ultrasonografi', *Health and Medical Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 55–61, 2022. Ultrasonografi', *Health and Medical Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 55–61, 2022.
- [10] F. Mahyudin, 'Diagnosis dan Terapi Tumor Muskuloskeletal'. Jakarta: Sagung Seto, 2017.
- [11] M. Kamelia and S. Agus, 'Fine Needle Aspiration Biopsy (FNAB) Massa Intraabdomen dipandu Ultrasonografi', *Health and Medical Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 55–61, 2022.