

Kesiapsiagaan Hospital : Gangguan Bekalan Elektrik dalam Sistem Perkhidmatan Bangunan

Hospital Preparedness: Electrical Supply Interruptions in Building Service Systems

Aina Mardia Sallehuddin^{1,2*}, Ainnureen Shafina Kamarudin¹, Sulzakimin Mohamed^{1,2}, Norliana Sarpin^{1,2}

¹ Jabatan Pengurusan Pembinaan, Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor 86400, MALAYSIA

² Center of Sustainable Infrastructure and Environmental Management (CSIEM), Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Parit Raja, Batu Pahat, Johor 86400, MALAYSIA

*Pengarang Utama: aina@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/rmtb.2026.07.01.048>

Maklumat Artikel

Diserah: 31 Mac 2026

Diterima: 31 Mei 2026

Diterbitkan: 30 Jun 2026

Kata Kunci

Kesiapsiagaan hospital, gangguan bekalan elektrik, sistem bekalan elektrik sandaran, pengurusan fasiliti hospital, sistem pengurusan tenaga (EMS)

Abstrak

Sistem bekalan elektrik merupakan komponen kritikal dalam memastikan kelangsungan operasi dan keselamatan pesakit di hospital. Gangguan bekalan elektrik berpotensi menjejaskan perkhidmatan kesihatan terutamanya di unit rawatan kritikal. Oleh itu, kajian ini dijalankan bagi mengenal pasti punca utama yang menyumbang kepada gangguan bekalan elektrik serta menganalisis tahap kesiapsiagaan dan strategi yang dilaksanakan oleh pihak hospital dalam menghadapinya. Kajian ini menggunakan pendekatan kualitatif melalui kaedah temu bual separa berstruktur melibatkan empat orang responden utama iaitu pengurus hospital, pengurus fasiliti, jurutera dan juruteknik serta maklumat yang diperolehi daripada responden disokong oleh kajian literatur. Dapatan kajian menunjukkan bahawa punca gangguan bekalan elektrik adalah disebabkan oleh penyelenggaraan yang tidak berkala, masalah sistem pengagihan, bencana alam serta pengiraan beban elektrik yang tidak tepat. Antara strategi yang dikenal pasti termasuk penggunaan sumber tenaga boleh diperbaharui, pematuhan kepada standard dan peraturan, penggunaan sistem pengurusan tenaga serta pelaksanaan audit dan pengurusan risiko secara berkala. Kajian ini diharap dapat membantu meningkatkan kesiapsiagaan hospital dalam memastikan operasi berjalan secara berterusan dan selamat.

Keywords

Hospital preparedness, power outages, backup power supply systems, hospital facilities management, energy management systems (EMS)

Abstract

The electrical supply system is an important component in ensuring the continuity of operations and patient safety in hospitals. Electrical supply disruptions have the potential to affect health services, especially in critical care units. Therefore, this study was conducted to identify the main causes that contribute to electrical supply disruptions and analyze the level of preparedness and strategies implemented by hospitals in dealing with them. This study used a qualitative approach through semi-

structured interviews involving four main respondents, namely hospital managers, facility managers, engineers and technicians, and the information obtained from the respondents was supported by a literature review. The study findings showed that the causes of electrical supply disruptions were due to irregular maintenance, distribution system problems, natural disasters and inaccurate electrical load calculations. Among the strategies identified were the use of renewable energy sources, compliance with standards and regulations, the use of energy management systems and the implementation of periodic audits and risk management. This study is intended to help improve hospital preparedness to ensure continuous and safe operations.

1. Pengenalan

Hospital merupakan fasiliti yang sangat penting dalam memastikan kesejahteraan dan keselamatan masyarakat. Operasi hospital yang melibatkan unit kritikal seperti Intensive Care Unit (ICU), Neonatal Intensive Care Unit (NICU) serta bilik pembedahan memerlukan bekalan tenaga elektrik yang berterusan dan stabil. Hal ini kerana kebanyakan peralatan bantuan perubatan seperti mesin dialisis, ventilator dan nebulizer bergantung sepenuhnya kepada bekalan elektrik untuk berfungsi dengan baik. Sekiranya berlaku gangguan bekalan elektrik walaupun dalam tempoh yang singkat, keadaan ini berpotensi menjejaskan keselamatan pesakit serta kelancaran rawatan yang sedang dijalankan. Menurut Fan (2025), gangguan bekalan elektrik di hospital boleh memberi kesan secara langsung terhadap rawatan pesakit terutamanya yang berada dalam keadaan kritikal. Oleh itu, hospital perlu mempunyai sistem bekalan tenaga elektrik yang kukuh dan boleh dipercayai bagi memastikan operasi perubatan dapat diteruskan tanpa sebarang gangguan.

Namun begitu, sejak kebelakangan ini beberapa hospital dilaporkan mengalami gangguan bekalan elektrik yang memberi kesan kepada perkhidmatan kesihatan. Sebagai contoh, gangguan bekalan elektrik secara besar-besaran yang berlaku di Semenanjung Malaysia pada 27 Julai 2022 telah menjejaskan operasi beberapa hospital di kawasan Lembah Klang (Astro Awani, 2022). Keadaan ini menjadi lebih kritikal apabila terdapat sistem generator set yang gagal berfungsi dalam tempoh yang sepatutnya, sekali gus menyebabkan operasi pembedahan tergendala dan pesakit kritikal terpaksa dipindahkan kepada sistem sokongan manual (Daud, 2022). Selain itu, gangguan bekalan elektrik juga menjejaskan sistem pengurusan hospital seperti sistem penggiliran di farmasi yang menyebabkan pesakit terpaksa menunggu lebih lama untuk mendapatkan ubat (Daud, 2022). Kejadian ini menunjukkan bahawa sistem sandaran tenaga elektrik di sesetengah hospital masih memerlukan penambahbaikan dari segi kecekapan dan kebolehpercayaan.

Sehubungan dengan itu, kajian ini dijalankan bagi mengenal pasti punca utama yang menyumbang kepada gangguan bekalan elektrik dalam infrastruktur hospital serta menilai tahap kesiapsiagaan sistem sandaran yang digunakan. Menurut Ismail (2021), pengurusan risiko gangguan bekalan tenaga di hospital di Malaysia masih bersifat reaktif, iaitu tindakan hanya diambil selepas sesuatu masalah berlaku. Tambahan pula, pelan tindakan kecemasan di kebanyakan hospital jarang dikemaskini dan sistem sokongan elektrik tidak diuji secara berkala, sekali gus menyebabkan prosedur yang sedia ada kurang efektif dalam menghadapi situasi kecemasan (Ismail *et al.*, 2021). Oleh itu, kajian ini turut mencadangkan penambahbaikan dari segi reka bentuk infrastruktur serta amalan penyelenggaraan yang lebih sistematik bagi memastikan sistem bekalan tenaga elektrik sandaran hospital dapat berfungsi dengan lebih cekap dan berkesan (Aziz *et al.*, 2021).

2. Sorotan Literatur

2.1 Kesiapsiagaan di Hospital Dalam Malaysia

Kesiapsiagaan hospital merujuk kepada tahap keupayaan sesebuah institusi kesihatan untuk bertindak balassecara efektif terhadap sebarang gangguan atau situasi kecemasan yang boleh menjejaskan operasi perkhidmatan kesihatan. Dalam konteks hospital, kesiapsiagaan melibatkan perancangan, pengurusan risiko, penyelenggaraan infrastruktur serta penyediaan sistem sokongan teknikal yang mampu memastikan operasi hospital berjalan secara berterusan tanpa gangguan. Hospital sebagai fasiliti kritikal yang beroperasi selama 24 jam memerlukan sistem bekalan tenaga yang stabil bagi menyokong fungsi peralatan perubatan, rawatan pesakit serta operasi klinikal harian (WHO, 2010; Sapri & Baba, 2008).

Di Malaysia, hospital awam yang berada di bawah pentadbiran Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) memainkan peranan penting dalam menyediakan perkhidmatan kesihatan kepada masyarakat. Sistem pengurusan hospital turut disokong oleh Jabatan Kesihatan Negeri (JKN) bagi memastikan pentadbiran, keselamatan serta kualiti perkhidmatan kesihatan berada pada tahap yang memuaskan (KKM, 2019; KKM, 2024).

Walau bagaimanapun, kesiapsiagaan hospital bukan sahaja melibatkan aspek pengurusan perkhidmatan kesihatan, malah turut merangkumi kesiapsiagaan infrastruktur seperti sistem elektrik, peralatan teknikal dan sistem sokongan tenaga. Hal ini kerana hospital menggunakan pelbagai peralatan perubatan moden seperti ventilator, mesin dialisis, pam infusi dan mesin anestesia yang memerlukan bekalan tenaga elektrik yang stabil dan berterusan bagi memastikan rawatan pesakit dapat dijalankan dengan selamat (Fan, 2025).

Sehubungan dengan itu, sistem bekalan elektrik sandaran memainkan peranan yang sangat penting dalam memastikan kelangsungan operasi hospital sekiranya berlaku gangguan bekalan elektrik daripada grid utama. Antara sistem sandaran yang lazim digunakan di hospital ialah penjana diesel, uninterruptible power supply (UPS) serta sistem penyimpanan tenaga bateri. Sistem UPS berfungsi memberikan bekalan kuasa secara serta-merta apabila bekalan utama terputus, manakala penjana elektrik akan mengambil alih bagi menyediakan bekalan tenaga untuk tempoh yang lebih lama (Erdinc & Uzunoglu, 2010; Hikosaka Behling, 2013).

Selain itu, teknologi bateri moden seperti bateri litium juga mampu menyediakan tenaga sandaran yang stabil untuk menyokong operasi peralatan kritikal seperti ventilator dan monitor pesakit (Fan, 2025). Oleh itu, keberkesanan sistem bekalan elektrik sandaran amat penting dalam meningkatkan tahap kesiapsiagaan hospital kerana ia memastikan operasi peralatan kritikal, sistem pemantauan pesakit serta prosedur pembedahan dapat diteruskan tanpa gangguan walaupun berlaku kegagalan bekalan kuasa utama (Wang *et al.*, 2007; Ibrahim Dincer, 2018).

2.2 Senario Gangguan Bekalan Tenaga di Hospital

Gangguan bekalan elektrik di hospital merupakan isu global yang memberi kesan besar terhadap keselamatan pesakit dan kelangsungan operasi perkhidmatan kesihatan. Menurut laporan Pertubuhan Kesihatan Sedunia, lebih daripada 40% hospital di negara membangun mengalami gangguan bekalan elektrik yang boleh mengancam nyawa pesakit terutamanya di unit rawatan kritikal seperti ICU dan bilik pembedahan (World Health Organization, 2024). Sebagai contoh, Hospital Al-Aqsa di Jabalia, Gaza pernah mengalami krisis bekalan elektrik akibat kekurangan bahan api yang menjejaskan operasi penjana sandaran. Keadaan ini menyebabkan peralatan perubatan penting seperti ventilator, mesin dialisis dan sistem pemantauan pesakit tidak dapat berfungsi dengan baik, sekali gus meningkatkan risiko kematian dalam kalangan pesakit kritikal (Utusan Malaysia, 2024). Situasi ini menunjukkan bahawa kegagalan bekalan tenaga bukan sahaja menjejaskan operasi hospital malah boleh memberi implikasi serius terhadap keselamatan pesakit.

Selain itu, beberapa negara lain turut menghadapi cabaran berkaitan gangguan bekalan elektrik di hospital akibat ketidakstabilan sistem grid nasional. Di Afrika Selatan, hospital di wilayah Eastern Cape dilaporkan mengalami gangguan elektrik sehingga 127 jam sebulan akibat pelaksanaan sistem load-shedding. Hospital-hospital tersebut terpaksa bergantung sepenuhnya kepada penjana diesel bagi mengekalkan operasi peralatan perubatan dan perkhidmatan kritikal, namun kos bahan api yang tinggi serta keperluan penyelenggaraan turut menjadi cabaran utama (Arafin, 2023; Nanji, 2022). Situasi yang sama juga berlaku di Bangladesh apabila kegagalan Grid Nasional pada tahun 2022 menyebabkan hospital-hospital utama terpaksa bergantung kepada penjana diesel untuk memastikan operasi ICU dan bilik pembedahan dapat diteruskan, manakala hospital kecil di kawasan luar bandar menghadapi kesukaran mendapatkan bekalan bahan api bagi menjana tenaga sandaran (The Business Standard, 2022). Di Nigeria pula, Hospital Kolej Universiti Ibadan pernah terputus daripada grid nasional akibat tunggakan bayaran utiliti yang tinggi, menyebabkan hospital bergantung sepenuhnya kepada penjana dan sumber tenaga alternatif yang akhirnya menjejaskan kelancaran rawatan pesakit serta operasi latihan profesional kesihatan (Olawin, 2024; Berita PM, 2025).

Di Malaysia, beberapa hospital juga pernah mengalami gangguan bekalan elektrik yang menjejaskan operasi perkhidmatan kesihatan. Pada tahun 2019, Hospital Miri di Sarawak mengalami gangguan elektrik akibat kegagalan unit transformer yang menyebabkan beberapa sistem hospital seperti penghawa dingin dan rawatan pesakit terganggu, sekali gus memerlukan penggunaan penjana tenaga sebagai langkah kecemasan (Utusan Borneo, 2019; New Sarawak Tribune, 2019; Ismail *et al.*, 2021). Selain itu, Hospital Queen Elizabeth di Kota Kinabalu turut menghadapi gangguan elektrik pada tahun 2022 akibat kerosakan kabel bawah tanah yang menyebabkan 28 operasi bukan kecemasan terpaksa ditunda, walaupun hospital tersebut menggunakan dua set generator bagi mengekalkan bekalan elektrik di unit rawatan kritikal (Sinar Harian, 2022; Patrick, 2022; Fan, 2022; Unnip, 2022). Insiden lain seperti kebakaran di Hospital Teluk Intan yang berpunca daripada litar pintas semasa kerja penyelenggaraan serta gangguan elektrik berulang di Pusat Jantung Sultan Iskandar Shah, Serdang juga menunjukkan bahawa isu bekalan tenaga elektrik di hospital boleh berlaku akibat pelbagai faktor teknikal dan memerlukan tahap kesiapsiagaan infrastruktur yang tinggi bagi memastikan operasi hospital dapat diteruskan tanpa gangguan (Jabatan Bomba & Penyelamat Malaysia & Bedus, 2012; Rabbani, 2023; Portal Berita RTM, 2024).

Kesiapsiagaan hospital sebagai infrastruktur kritikal amat penting bagi memastikan perkhidmatan kesihatan dapat beroperasi secara berterusan tanpa gangguan, terutamanya ketika berlakunya krisis atau bencana yang tidak dijangka. Kesiapsiagaan adalah meruakan satu rangkaian tindakan yang dapat mengurangkan

kerugian sesuatu pihak akibat daripada satu bencana melalui langkah-langkah pencegahan yang cepat dan tepat (Hartono, 2010). Sebagai institusi yang menyediakan perkhidmatan kesihatan kritikal, hospital bertanggungjawab menyelamatkan nyawa pesakit tanpa mengira waktu. Oleh itu, kesinambungan operasi hospital perlu dijamin melalui bekalan tenaga elektrik yang stabil. Kegagalan mengekalkan bekalan elektrik boleh memberi kesan serius kepada pesakit yang bergantung kepada peralatan sokongan hayat seperti ventilator, mesin dialisis dan monitor jantung di unit rawatan rapi (ICU). Gangguan bekalan elektrik di hospital merupakan ancaman kritikal yang boleh menjejaskan operasi dan membahayakan nyawa pesakit. Lebih 60% hospital di negara membangun mengalami sekurang-kurangnya satu gangguan serius setiap tahun, dengan purata tempoh 4–8 jam (WHO, 2020). Kelompok peralatan kritikal seperti ventilator, mesin dialisis, dan monitor jantung meningkatkan risiko kematian pesakit di ICU, dengan peningkatan sehingga 43% dalam 30 minit pertama gangguan (The Joint Commission, 2021).

2.3 Punca Utama yang Menyumbang kepada Gangguan Bekalan Elektrik

2.3.1 Sistem Pendawaian Elektrik

Salah satu punca utama gangguan bekalan elektrik di hospital adalah kekurangan penyelenggaraan sistem pendawaian elektrik secara berkala. Penyelenggaraan dijalankan adalah bertujuan untuk mengenal pasti masalah awal, mencegah litar pintas, gangguan elektrik dan risiko kebakaran (Suruhanjaya Tenaga, 2017; Zawawi *et al.*, 2016). Penyelenggaraan juga dijalankan adalah untuk memastikan operasi berjalan dengan optimum dan dapat meminimumkan kos (Mohd Yusof *et al.*, 2009; Ali *et al.*, 2010). Tambahan juga, pemasangan sistem elektrik yang tidak mematuhi standard seperti MS IEC 60364-7-710, IEC 60601-1, dan Peraturan 90, Akta Tenaga 1990 boleh meningkatkan risiko kepada pesakit, kakitangan di hospital tersebut (Lim *et al.*, 2015; Intertek, 2020; Haji Din, 2007; Berita Harian, 2003).

Sebahagian besar sistem pendawaian hospital kerajaan berusia 50–100 tahun dan tidak mampu menampung penggunaan peralatan perubatan moden tanpa penyelenggaraan berkala (Jabatan Penerangan Malaysia, 2022). Usia sistem pendawaian yang sudah lanjut akan meningkatkan risiko kebakaran dan litar pintas seperti insiden yang berlaku di ICU Hospital Sultan Aminah, Johor Bahru pada 2016 (Bachik, 2016). Tambahan juga, kejadian gangguan elektrik di Hospital Miri, Sarawak pada 2019 akibat kegagalan unit transformer (Ringgit, 2019). Berdasarkan daripada peristiwa yang telah berlaku di kedua-dua hospital tersebut, penyelenggaraan sistem pendawaian elektrik adalah sangat kritikal untuk memastikan kesinambungan operasi hospital dan keselamatan pesakit (Abdullah, 2019). Selain itu, pada tahun 2023, terdapat berlakunya kebakaran stor kuarters di Hospital Teluk Intan yang berpunca daripada berlakunya litar pintas (Bernama, 2023). Litar pintas ini berlaku di salah satu stor yang mengandungi perkakasan komputer, meja dan buku-buku lama sebelum api merebak ke unit stor yang lain dan litar pintas ini juga dipercayai berlaku akibat masalah pendawaian elektrik di bangunan tersebut (Rabbani, 2023).

2.3.2 Masalah pada Sistem Pengagihan Elektrik

Sistem kuasa hospital bertujuan menyediakan bekalan elektrik yang berterusan dan berkualiti bagi memenuhi keperluan beban (Wacker & Bilton, 1989). Sistem kuasa teragih hospital diklasifikasikan kepada beban kritikal, beban penting dan beban tidak penting (El-Bassiouny *et al.*, 2017). Beban kritikal seperti ventilator ICU, sistem bilik pembedahan dan defibrillator tidak boleh diganggu (Hospital Planning Norms KKM, 2023), manakala beban penting seperti lampu kecemasan dan CCTV hanya boleh diganggu sementara (JKR Beban Elektrik, 2021). Beban tidak penting pula merangkumi penyaman udara dan pemanas air (JKR Jenis Beban, 2021). Gangguan bekalan elektrik hospital kebanyakannya berpunca daripada kelemahan sistem pengagihan tenaga seperti beban lampau, kegagalan transformer dan reka bentuk sistem yang tidak mengambil kira pertumbuhan beban (Ismail *et al.*, 2021). Menurut Etkho (2023), bangunan hospital terdapat sejumlah besar peralatan perubatan yang memerlukan penggunaan tenaga yang banyak serta tahap teknologi yang tinggi yang boleh menyebabkan belakunya beban lampau; *overloading load*.

Beban lampau berlaku akibat penambahan peralatan melebihi kapasiti dan kesilapan pengiraan faktor kepelbagaian (Ab Rahman & Abdullah, 2023). Selain itu, transformer yang telah beroperasi melebihi 20 hingga 25 tahun serta penggunaan saiz konduktor yang tidak mencukupi boleh menyebabkan susut voltan dan gangguan bekalan tenaga (Jabatan Kerja Raya, 1999; Suruhanjaya Tenaga, 2022; Suruhanjaya Tenaga, 2024).

2.3.3 Penyelenggaraan Bangunan dan Pengurusan Fasilitas

Walaupun bangunan telah siap dibina, penyelenggaraan tetap perlu dilaksanakan secara berterusan bagi mengekalkan keadaan bangunan pada tahap yang boleh diterima (Al-Hammad *et al.*, 1997; Chudley, 1981). Penyelenggaraan bangunan merupakan aktiviti utama di kebanyakan negara (Horner *et al.*, 1997). Penyelenggaraan bangunan dijalankan adalah bertujuan mengekalkan prestasi bangunan sejak peringkat awal

operasi (Al-Zubaidi, 1997). Penyelenggaraan diklasifikasikan kepada penyelenggaraan terancang dan tidak terancang, di mana penyelenggaraan terancang bertujuan mengurangkan pembaikan kecemasan, manakala penyelenggaraan tidak terancang dilakukan sebagai tindak balas terhadap kerosakan (Leong, 2004; Chudley, 1981).

Pengurusan fasiliti pula menyokong operasi organisasi melalui pengurusan bangunan, peralatan dan perkhidmatan sokongan secara sistematik (Alexander, 1992; Hamilton & Norizan Ahmad, 2001). Pelaksanaan program penyelenggaraan berstruktur di hospital terbukti dapat mengurangkan insiden gangguan elektrik sehingga 45% (*Healthcare Facilities Management Association*, 2022). Kegagalan penyelenggaraan boleh menyebabkan gangguan bekalan elektrik dan kerugian kewangan yang besar, seperti yang dilaporkan di Hospital Queen Elizabeth, Hospital Teluk Intan dan Hospital Serdang (Abdullah, 2022; Rabbani, 2023; Jabatan Kesihatan Negeri Selangor, 2022).

2.3.4 Bencana Alam

Gangguan bekalan elektrik di hospital turut dipengaruhi oleh bencana alam seperti banjir, ribut taufan dan gempa bumi (*World Bank*, 2019). Keadaan ini boleh menjejaskan operasi perkhidmatan kritikal hospital. Sebagai contoh, pada tahun 2022, perkhidmatan sokongan di Hospital Tengku Anis, Pasir Puteh, Kelantan terpaksa dihentikan akibat banjir bagi mengelakkan kerosakan peralatan sokongan yang ditenggelami air (Bernama, 2022). Selain itu, kerosakan pencawang elektrik akibat bencana alam yang tidak dijangka boleh menyebabkan gangguan bekalan elektrik berpanjangan, sekali gus menjejaskan operasi peralatan sokongan hayat dan sistem penyimpanan ubat di hospital (*Department of Health and Human Services (HHS)*, 2023).

2.3.5 Pengiraan Beban Elektrik yang Tidak Tepat

Pengiraan beban elektrik yang tidak tepat merupakan salah satu punca gangguan bekalan elektrik di hospital. Pengiraan beban yang tidak tepat terjadi apabila keperluan beban semasa dan masa hadapan tidak dianggarkan dengan betul. Keadaan ini boleh menyebabkan sistem bekalan elektrik tidak mampu menampung peralatan berteknologi tinggi seperti CT scan dan ventilator yang perlu beroperasi secara berterusan, sekali gus mengakibatkan kegagalan sistem dan gangguan bekalan elektrik. Sebagai contoh yang telah berlaku di Hospital Miri, Sarawak akibat kegagalan unit transformer (*New Sarawak Tribune*, 2019). Hospital beroperasi 24/7 dan memerlukan bekalan tenaga yang stabil untuk menyokong penggunaan mesin kritikal (Halim & Raja Zilan, 2021). Ketidaktepatan pengiraan beban juga boleh menyebabkan arus tidak seimbang, kerosakan peralatan serta kerugian tenaga (Tharo *et al.*, 2018).

Pertambahan beban tanpa membuat penilaian semula kapasiti kabel utama boleh mengakibatkan *overloading*, litar pintas dan kebakaran (Hart, 1992). Oleh itu, pengiraan beban yang tepat, pengelasan beban kritikal serta pemilihan saiz kabel dan sistem perlindungan yang mematuhi piawaian adalah penting bagi memastikan kesinambungan operasi hospital (Hart, 1992; Garis Panduan KKM Edisi Ke-3, 2023; Sommerstad, 2018).

2.4 Strategi bagi Meningkatkan Sistem Sandaran Bekalan Elektrik di Hospital

2.4.1 Pembangunan Sistem Solar dan Storan Tenaga

Gangguan bekalan tenaga elektrik di hospital boleh berlaku akibat masalah grid nasional, bencana alam atau kegagalan infrastruktur dalaman. Bagi mengurangkan risiko gangguan ini, hospital boleh membangunkan sumber tenaga yang boleh diperbaharui seperti tenaga solar. Pembangunan tenaga solar ini boleh digabungkan dengan sistem storan tenaga untuk menyimpan tenaga yang dihasilkan oleh sistem solar. Tenaga boleh diperbaharui ialah tenaga yang dijana daripada sumber semula jadi dan telah menjadi sumber penting dalam penjaan tenaga global (Hamidah *et al.*, 2019; Aslam *et al.*, 2013). Malaysia mempunyai potensi tinggi dalam pembangunan tenaga solar berikutan kedudukannya di garisan Khatulistiwa (Yusof, 2011; Aziz *et al.*, 2016). Pemasangan panel solar di bumbung atau kawasan lapang hospital serta penggunaan sistem storan tenaga berkeupayaan tinggi dapat menampung beban kritikal semasa gangguan bekalan elektrik dan meningkatkan daya tahan tenaga hospital (Denholm *et al.*, 2010). Keberkesanan pendekatan ini dibuktikan melalui pengurangan kos tenaga di Hospital Besar Bronglais (Brooks, 2024). Selain itu, tenaga solar mampu menampung sebahagian besar keperluan air panas dan penyaman udara hospital, sekali gus menyumbang kepada penjimatan kos operasi (*Institute for the Diversification and Saving of Energy (IDEA)*, 2024).

2.4.2 Pematuhan Terhadap Standard

Salah satu strategi bagi mengelakkan gangguan bekalan tenaga elektrik di hospital ialah pematuhan terhadap standard dan peraturan pembinaan yang ditetapkan oleh pihak berkuasa. Di Malaysia, pembinaan dan

penyelenggaraan sistem elektrik hospital perlu mematuhi Peraturan 90, Akta Tenaga 1990 yang menekankan aspek keselamatan, pengendalian pemasangan elektrik serta kelayakan individu yang melaksanakannya bagi memastikan sistem berada dalam keadaan selamat dan berfungsi dengan baik (Quadri Saka *et al.*, 2024). Selain itu, hanya individu bertauliah dibenarkan mengendalikan pemasangan elektrik seperti yang ditetapkan oleh Suruhanjaya Tenaga (2016), bagi mengelakkan kesalahan pemasangan dan penyelenggaraan. Pematuhan terhadap MS1979:2007 turut penting bagi memastikan sistem pendawaian hospital memenuhi keperluan keselamatan dan kecekapan tenaga bagi unit kritikal (Kamaluddin *et al.*, 2021). Pelaksanaan standard ini memastikan sistem sandaran hospital dapat berfungsi dengan berkesan sekiranya berlaku gangguan bekalan elektrik.

2.4.3 Energy Management System (EMS)

Penggunaan sistem pengurusan tenaga atau *Energy Management System* (EMS) merupakan salah satu strategi berkesan bagi mengelakkan gangguan bekalan elektrik yang tidak dijangka di hospital. EMS ialah platform digital bersepadu yang memantau, mengawal dan mengoptimumkan penggunaan tenaga elektrik secara automatik melalui penggunaan sensor, sistem pemerolehan data dan perisian analisis (Mattos, 2024). Sistem ini membolehkan pemantauan parameter tenaga seperti penggunaan elektrik, suhu dan status peralatan secara masa nyata serta mengenal pasti ketidakcekapan tenaga (Acrel, n.d.). Memandangkan permintaan tenaga elektrik semakin meningkat, pengoptimuman penggunaan tenaga menjadi aspek kritikal bagi hospital bagi menjamin bekalan yang stabil serta mengurangkan kos operasi (Sulasno, 2009). Selain itu, penggabungan EMS dengan sumber tenaga boleh diperbaharui seperti tenaga solar dapat meningkatkan daya tahan tenaga, kelestarian serta kawalan sendiri dalam pengurusan tenaga hospital (Fresis & Infield, 2008).

2.4.4 Kod Tindak Balas Pantas (QR) dan Pesanan Kerja

Walaupun teknologi semakin canggih, kebanyakan hospital masih menggunakan kaedah tidak konvensional seperti dokumentasi berasaskan kertas dalam kerja-kerja penyelenggaraan fasiliti dan sistem elektrik, yang boleh menyebabkan kehilangan data serta ketidakcekapan pengurusan. Pengurusan fasiliti hospital semasa fasa operasi dan penyelenggaraan adalah mencabar kerana melibatkan pelbagai peralatan dan kemudahan (Lin *et al.*, 2014). Oleh itu, penggunaan sistem kod tindak balas pantas (QR) dan pesanan kerja digital merupakan satu strategi yang berkesan bagi meningkatkan kecekapan pengurusan penyelenggaraan sekali gus membolehkan penyimpanan data yang sistematik. Tambahan juga, dengan menggunakan strategi ini dapat menyampaikan maklumat dengan pantas dan tepat. Kaedah dokumentasi secara manual bukan sahaja meningkatkan kos dan penggunaan tenaga kerja, malah mewujudkan jurang ketepatan data (Tladi, 2012; KEJORA, 2024). Penggunaan sistem QR dan pesanan kerja digital juga dapat mengurangkan kelewatan pembaikan serta meningkatkan kecekapan penyelenggaraan, sekali gus membantu mencegah gangguan bekalan tenaga elektrik di hospital (Lai *et al.*, 2005).

2.4.5 Pengurusan Risiko dan Audit Secara Berkala

Hospital merupakan fasiliti kritikal yang memerlukan bekalan elektrik yang stabil dan berterusan bagi memastikan operasi perkhidmatan kesihatan berjalan tanpa gangguan, khususnya untuk menyokong penggunaan peralatan perubatan canggih (Loosemore *et al.*, 2010; Carthey *et al.*, 2008). Gangguan bekalan elektrik boleh menyebabkan kelumpuhan operasi hospital dan menjejaskan rawatan pesakit. Oleh itu, pelaksanaan pengurusan risiko yang sistematik serta audit berkala merupakan strategi penting bagi mengenal pasti kerosakan awal dalam sistem elektrik untuk mengelakkan berlakunya kegagalan yang lebih serius (Harrison, 1998). Pengurusan risiko yang tidak menyeluruh boleh menyebabkan sebahagian risiko diabaikan, sekali gus meningkatkan kemungkinan berlakunya gangguan bekalan elektrik (Daud, 2014). Tambahan juga, pengurusan risiko yang berkesan turut membantu mengurangkan kos operasi kerana tindakan awal terhadap risiko memerlukan perbelanjaan yang lebih rendah berbanding pembaikan selepas kegagalan berlaku, selaras dengan pendekatan pengurusan risiko kewangan dalam organisasi moden (Lim, 2005).

3. Metodologi Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan penyelidikan kualitatif bagi memahami secara mendalam pengalaman, pandangan dan pengetahuan responden berkaitan kesiapsiagaan hospital dalam menghadapi gangguan bekalan tenaga elektrik. Pendekatan kualitatif dipilih kerana ia mampu meneroka isu yang kompleks secara lebih terperinci serta meneliti pelbagai perspektif manusia berbanding pendekatan kuantitatif yang lebih menekankan data berangka dan analisis statistik (Ali & Limakrisna, 2013; Lim, 2024). Pengumpulan data primer dalam kajian

ini dilakukan melalui kaedah temu bual separa berstruktur yang dijalankan secara dalam talian menggunakan platform Google Meet. Kaedah temu bual ini membolehkan penyelidik memperoleh maklumat yang lebih mendalam berdasarkan pengalaman sebenar responden serta memberi ruang kepada responden untuk menghuraikan pandangan mereka secara terperinci (Hennink *et al.*, 2012). Selain itu, data sekunder turut diperoleh melalui kajian literatur yang melibatkan rujukan daripada artikel jurnal, buku akademik dan sumber ilmiah yang berkaitan bagi menyokong dapatan kajian.

Dari segi persampelan, kajian ini melibatkan empat orang responden yang terdiri daripada pengurus hospital, pengurus fasiliti, jurutera dan juruteknik di Hospital Besar Teluk Intan yang terlibat secara langsung dalam pengurusan sistem bekalan elektrik hospital. Pemilihan responden dilakukan menggunakan kaedah persampelan bertujuan kerana mereka mempunyai pengalaman dan pengetahuan yang relevan dengan objektif kajian. Dalam kajian kualitatif, saiz sampel yang kecil masih dianggap sesuai sekiranya responden yang dipilih mempunyai maklumat yang signifikan dan berkaitan dengan kajian (Malterud *et al.*, 2016). Data temu bual yang diperoleh kemudiannya ditranskripsikan dan dianalisis menggunakan kaedah analisis kandungan bagi mengenal pasti tema utama yang berkaitan dengan punca gangguan bekalan elektrik serta strategi kesiapsiagaan hospital dalam menanganinya (Krippendorff, 2013; Duriau *et al.*, 2007). Pendekatan ini membantu penyelidik menghasilkan dapatan kajian yang lebih sistematik dan selaras dengan objektif penyelidikan.

4. Analisis Data dan Perbincangan

4.1 Latar Belakang Responden

Jadual 1 menunjukkan latar belakang responden dalam kajian ini. Responden kajian terdiri daripada empat individu berpengalaman dalam pengurusan dan operasi hospital, iaitu seorang pengarah hospital dengan pengalaman perkhidmatan selama 36 tahun dalam pengurusan dan pentadbiran hospital, seorang pengurus fasiliti dengan pengalaman 20 tahun di Edgenta Mediserve Sdn. Bhd. yang pakar dalam penyelenggaraan dan pengurusan sistem bangunan hospital, seorang jurutera di Jabatan Kerja Raya (JKR) dengan pengalaman 10 tahun dalam pengurusan teknikal serta penyeliaan projek infrastruktur bangunan, dan seorang juruteknik di Edgenta Sdn. Bhd. yang mempunyai pengalaman selama 12 tahun dalam bidang teknikal dan penyelenggaraan, yang memberikan pendedahan langsung terhadap operasi harian serta sistem sokongan hospital.

Jadual 1 Latar Belakang Responden

Responden (R)	Organisasi	Jawatan	Pengalaman Bekerja
R1	Hospital	Pengarah Hospital	36 tahun
R2	Edgenta Mediserve Sdn. Bhd.	Pengurus Fasiliti	20 tahun
R3	Jabatan Kerja Raya (JKR)	Jurutera	10 tahun
R4	Edgenta Mediserve Sdn. Bhd.	Juruteknik	12 tahun

Dua daripada empat responden adalah wakil Syarikat Edgenta Mediserve Sdn Bhd yang bertanggungjawab terhadap penyelenggaraan sistem utiliti dan kesiapsiagaan bencana hospital, manakala seorang responden daripada Jabatan Kerja Raya (JKR) memastikan pematuhan standard hospital. Seorang lagi responden merupakan pihak pengurusan tertinggi hospital yang memimpin tadbir urus dan operasi keseluruhan. Walaupun mempunyai latar belakang dan pengalaman kerja yang berbeza, kesemua responden berkongsi tanggungjawab utama untuk memastikan sistem bekalan elektrik hospital beroperasi secara berterusan tanpa gangguan.

4.2 Pengalaman Langsung terhadap Kesiapsiagaan Hospital dalam Menghadapi Gangguan Bekalan Elektrik

Bagi mencapai objektif kajian, penilaian terhadap pengalaman dan pengetahuan responden adalah penting bagi memastikan mereka mempunyai kefahaman yang mencukupi berkaitan kesiapsiagaan hospital dalam menghadapi gangguan bekalan elektrik seperti dalam Jadual 2. Responden yang berpengalaman dan berpengetahuan dapat memahami soalan temu bual dengan baik serta memberikan respons yang berkualiti, sekali gus menghasilkan data yang boleh dipercayai. Oleh itu, kajian ini memberi tumpuan kepada individu yang terlibat secara langsung dalam pengurusan dan pengoperasian sistem elektrik hospital.

Jadual 2 Pengesahan Pengalaman Responden yang Terlibat dalam Pengurusan Sistem Elektrik

Isu Sistem Elektrik	Responden			
	R1	R2	R3	R4
Terlibat dalam pengurusan sistem elektrik		√	√	√
Menyaksikan berlakunya gangguan bekalan elektrik di hospital	√	√	√	√

Temu bual dijalankan dengan responden yang mempunyai pengalaman teknikal dan praktikal bagi mendapatkan maklumat mendalam tentang tahap kesiapsiagaan hospital, punca gangguan bekalan elektrik serta keberkesanan sistem perkhidmatan bangunan hospital. Pendekatan ini juga bertujuan menilai kesesuaian soalan kajian serta memperoleh data yang khusus, kontekstual dan berasaskan pengalaman sebenar. Secara keseluruhan, pendekatan ini dijangka dapat meningkatkan kualiti dapatan kajian serta memastikan hasil penyelidikan lebih relevan dan boleh diaplikasikan dalam situasi sebenar.

4.3 Punca Utama yang Menyumbang kepada Gangguan Bekalan Elektrik kepada Infrastruktur Hospital

4.3.1 Isu Pendawaian Elektrik

Menurut Responden 1, kekurangan penyelenggaraan sistem pendawaian hospital menjadi punca utama berlakunya gangguan bekalan elektrik di hospital seperti dalam Jadual 3. Kekurangan penyelenggaraan ini boleh menyebabkan berlakunya kerosakan peralatan perubatan kerana terdedah kepada lonjakan voltan akibat daripada gangguan bekalan elektrik.

Jadual 3 : Sistem Pendawaian Elektrik

Item	Responden	Penjelasan
Sistem pendawaian elektrik	R1	Kurang penyelenggaraan sistem pendawaian elektrik
	R2	Tempoh penyelenggaraan yang tidak mematuhi jadual.
	R3	Pemasangan sistem pendawaian elektrik yang tidak patuh standard.
	R4	Pemantauan kerja-kerja elektrik daripada individu yang bertauliah.

"...kerja-kerja penyelenggaraan sistem pendawaian elektrik adalah sangat penting, lebih-lebih lagi ia berkait rapat dengan infrastruktur kesihatan seperti hospital. Seperti yang kita tahu, infrastruktur kesihatan iaitu hospital amat penting kerana infrastruktur ini memberikan perkhidmatan kesihatan kepada masyarakat setempat. Jika tiada hospital, maka masyarakat akan hidup dalam keadaan yang tidak sihat kerana tiada tempat yang boleh memberikan rawatan kepada mereka. Oleh itu kerja-kerja penyelenggaraan sistem pendawaian elektrik di hospital amat penting. Selain itu juga, jika sistem pendawaian elektrik di hospital tidak diselenggara dengan kerap dan betul ia boleh menyebabkan berlakunya litar pintas dan kebakaran. Jika perkara ini terjadi, ia boleh membahayakan pesakit dan kakitangan yang ada dalam hospital ini". -R1

Berdasarkan pernyataan yang diberikan oleh Responden 1, Responden 2 menyokong pernyataan tersebut dengan menyatakan bahawa:

"...sistem pendawaian elektrik di hospital perlu diselenggara secara berkala dan berjadual untuk mengelakkan daripada mendedahkan risiko kepada para pesakit dan kaki tangan yang berada di hospital ini. Banyak peralatan perubatan kritikal yang digunakan di hospital ini memerlukan tenaga elektrik yang stabil dan berterusan. Jika sistem pendawaian elektrik di hospital ini tidak diselenggara secara berkala, maka peralatan-peralatan tersebut akan mengalami kerosakan sekali gus akan membahayakan nyawa pesakit yang menggunakan peralatan tersebut. Untuk mengelakkan daripada perkara tersebut berlaku, penyelenggaraan

sistem pendawaian elektrik perlulah dijalankan sekurang-kurangnya setiap enam bulan sekali untuk ujian asas, dan penyelenggaraan secara menyeluruh perlulah dijalankan setahun sekali.”- R2

Pandangan yang diberikan oleh Responden 3 adalah berbeza dengan Responden 1 dan Responden 2. Pandangan yang diberikan oleh Responden 3 masih mengekalkan konsep yang sama selaras dengan idea utama berkaitan dengan sistem pendawaian elektrik.

“...pemasangan sistem pendawaian elektrik tidak mematuhi standard yang telah ditetapkan oleh pihak berkuasa boleh menyebabkan berlakunya gangguan bekalan tenaga elektrik di hospital. Gangguan bekalan elektrik ini boleh terjadi disebabkan oleh penghasilan arus dan voltan yang tidak stabil dalam sistem pendawaian hospital. Apabila penghasilan voltan tidak stabil, maka ia akan menjurus kepada berlakunya kerugian kepada pihak hospital kerana voltan yang tidak stabil boleh menyebabkan berlakunya kerosakan peralatan perubatan yang mempunyai harga yang mahal. Pemasangan sistem pendawaian elektrik tidak mematuhi piawaian yang telah ditetapkan, kegagalan sistem sandaran utama hospital tidak dapat berfungsi dengan baik. Sistem sandaran utama hospital memerlukan sistem pendawaian yang dipasang mengikut standard piawaian untuk berfungsi dengan baik. Perkara ini adalah untuk memastikan bahawa tenaga yang disalurkan dapat menampung kapasiti yang diperlukan oleh beban-beban tertentu. Saya berikan contoh seperti di Hospital Batu Gajah, sistem pendawaian dan pemasangan di hospital tersebut tidak mencapai standard piawaian dan keselamatan yang ditetapkan oleh kerana bangunan hospital tersebut telah terbina selama lebih 50 tahun.” R3

Responden 4 turut menyokong pernyataan yang diberikan oleh Responden 3 berkenaan dengan keperluan pemasangan sistem pendawaian yang mematuhi standard piawaian yang telah ditetapkan oleh pihak berkuasa.

“...pengabaian terhadap pemasangan pendawaian sistem elektrik yang betul boleh mengakibatkan berlakunya litar pintas. Jika berlakunya litar pintas, dalam masa yang sama ia akan mendedahkan pesakit dan kakitangan hospital kepada bahaya. Semasa kerja-kerja pemasangan dan penyelenggaraan sistem pendawaian elektrik ini perlu dipantau oleh individu yang mempunyai sijil yang diiktiraf yang menunjukkan bahawa individu tersebut bertauliah dalam kerja-kerja yang melibatkan pendawaian elektrik. Sebagaimana di Hospital Teluk Intan, semasa kami menjalankan kerja-kerja pemasangan atau penyelenggaraan yang berkaitan dengan sistem elektrik kami akan dipantau oleh pihak atasan daripada syarikat kami. Pemantauan ini dijalankan adalah bertujuan untuk memastikan tiada sebarang kesalahan pemasangan yang boleh menyebabkan berlakunya gangguan elektrik dan litar pintas serta untuk memastikan bahawa pemasangan sistem pendawaian elektrik tersebut patuh terhadap standard piawaian yang telah ditetapkan.” R4

4.3.2 Isu Sistem Pengagihan Elektrik

Berdasarkan dapatan kajian yang diperoleh daripada sesi temu bual yang dijalankan bersama pihak responden, punca yang menyumbang kepada berlakunya gangguan bekalan elektrik kepada infrastruktur hospital adalah masalah pada sistem pengagihan elektrik seperti Jadual 4. Responden 1 berpendapat bahawa kegagalan unit transformer memberikan impak yang sangat besar kepada perkhidmatan hospital kerana unit transformer adalah satu komponen yang terpenting dalam sistem pengagihan tenaga elektrik. Usia transformer yang sudah tua juga memberikan kesan kepada kefungsiisan transformer itu sendiri. Tambahan juga menurut Responden 2, beliau menyatakan bahawa:

“... kegagalan unit transformer hospital berlaku disebabkan oleh reka bentuk sistem pengagihan yang lemah. Reka bentuk sistem yang lemah merujuk kepada rekaan sistem pengagihan elektrik semasa pembinaan hospital dijalankan. Reka bentuk sistem pengagihan elektrik ini dikira berdasarkan keperluan tenaga terhadap beban yang digunakan di hospital dan kebarangkalian pertambahan beban pada masa hadapan.”- R2

Jadual 4 : Masalah pada Sistem Pengagihan Elektrik

Item	Responden (R)	Penjelasan
Masalah pada sistem pengagihan elektrik	R1	Kegagalan transformer iaitu sistem sandaran hospital
	R2	Reka bentuk sistem pengagihan yang lemah
	R3	Pengelasan beban
	R4	Pengelasan beban

Responden menyatakan bahawa reka bentuk sistem pengagihan yang lemah adalah merujuk kepada rekaan sistem pengagihan elektrik semasa pembinaan hospital. Reka bentuk sistem pengagihan ini dipengaruhi oleh tenaga yang diperlukan oleh beban-beban yang digunakan di hospital. Jika beban yang memerlukan tenaga elektrik melebihi kemampuan sistem pengagihan tenaga, maka beban tersebut tidak dapat berfungsi dan sekali gus sistem pengagihan tenaga elektrik tersebut akan rosak.

Manakala Responden 3 menyatakan bahawa:

".. pengiraan dan pengelasan beban perlu dilakukan dengan betul. Kebanyakan masalah yang timbul pada sistem pengagihan elektrik hospital adalah kerana pengelasan beban yang tidak betul. Pengelasan beban elektrik adalah sangat penting kerana ia dapat membantu hospital untuk menetapkan keutamaan bekalan kuasa elektrik kepada unit-unit yang memerlukan." – R3

Responden menyatakan bahawa pengiraan dan pengelasan beban elektrik perlu dilakukan untuk mengelakkan daripada berlakunya gangguan bekalan elektrik. Pengelasan ini adalah bertujuan untuk membantu hospital menetapkan keutamaan bekalan kuasa elektrik kepada unit-unit yang memerlukan ketika berlakunya gangguan elektrik. Contoh beban kritikal yang memerlukan tenaga elektrik yang stabil dan tak terganggu adalah sistem yang digunakan dalam bilik pembedahan dan mesin ventilator yang digunakan dalam unit ICU. Tambahan juga Responden 4 mempunyai pandangan yang sama dengan Responden 3.

4.3.3 Pengiraan Beban Elektrik yang Tidak Tepat

Bagi memastikan sistem elektrik hospital dapat berfungsi dengan baik, pengiraan terhadap beban elektrik yang terlibat dalam hospital perlulah tepat. Jadual 5 menunjukkan dapatan kajian, menurut pandangan yang diberikan oleh Responden 1, pengklasifikasi beban perlu dilakukan sebelum membuat pengiraan beban elektrik.

Jadual 5: Pengiraan Beban yang Tidak Tepat

Item	Responden (R)	Penjelasan
Pengiraan beban yang tidak tepat	R1	Membuat klasifikasi beban
	R2	Tidak dapat menampung beban-beban kritikal
	R3	Arus elektrik yang tidak seimbang dihasilkan
	R4	Komplikasi terhadap pengiraan beban yang tidak tepat

Pengklasifikasi beban ini adalah bertujuan untuk mengasingkan serta memberikan keutamaan penggunaan tenaga elektrik berdasarkan tahap kepentingan operasi hospital. Tambahan juga, Pengiraan beban elektrik yang tepat adalah untuk memastikan tenaga elektrik yang dijana dapat menampung keperluan beban-beban kritikal di hospital. Menurut Responden 3:

".. pengiraan beban yang tidak tepat akan menyebabkan berlakunya gangguan bekalan elektrik di hospital. Gangguan ini berlaku akibat daripada sistem elektrik hospital yang tidak dapat menampung peralatan-peralatan kritikal yang digunakan di hospital seperti CT scan atau mesin ventilator. Pengiraan beban yang tidak tepat menjurus kepada pemanasan konduktor yang boleh menyebabkan berlakunya kerosakan komponen tersebut. Tambahan juga, pengiraan beban yang tidak tepat boleh menjadi punca berlakunya penghasilan arus yang tidak seimbang." – R3

Berdasarkan pendapat Responden 3, pengiraan beban yang tidak tepat boleh menjurus kepada penghasilan arus tenaga elektrik yang tidak seimbang. Akibat daripada penghasilan arus yang tidak seimbang, ia akan menjurus kepada berlakunya kerosakan peralatan perubatan yang berteknologi tinggi serta berlakunya gangguan bekalan tenaga elektrik. Responden 2 mempunyai perspektif pandangan yang sama dengan Responden 3. Selain itu, Responden 4 menyatakan bahawa:

".. jika berlakunya pengiraan beban yang tidak tepat, maka ia akan memberikan komplikasi yang serius kepada sistem elektrik hospital. Selain itu, beban yang berlebihan akan berlaku jika pengiraan beban yang dijalankan adalah lebih rendah berbanding dengan keperluan tenaga elektrik yang sebenar." – R4

Responden menyatakan bahawa, pentingnya mengira beban elektrik di hospital. Jika beban yang dikira adalah lebih rendah berbanding dengan keperluan tenaga elektrik yang sebenar, ia boleh menyebabkan berlakunya

kerusakan kepada sistem elektrik hospital akibat berlakunya beban yang berlebihan. Hal ini kerana, kabel dan peralatan elektrik yang digunakan tidak dapat menampung arus yang dialirkan melaluinya dan boleh menyebabkan berlakunya litar pintas.

4.3.4 Penyelenggaraan Bangunan dan Pengurusan Fasiliti

Jadual 6 dibawah menunjukkan bahawa keempat-empat responden bersetuju bahawa penyelenggaraan bangunan dan pengurusan fasiliti hospital menjadi punca utama berlakunya gangguan bekalan elektrik di hospital. Keyakinan mereka ditunjukkan dengan pandangan yang diberikan oleh mereka berkenaan dengan penyelenggaraan yang berkesan dengan menggunakan penyelenggaraan yang terancang dan amalan terbaik yang perlu dijalankan untuk pengurusan fasiliti hospital.

Jadual 6: Masalah pada Sistem Pengagihan Elektrik

Item	Responden	Penjelasan
Penyelenggaraan bangunan dan pengurusan fasiliti	R1	Penyelenggaraan terancang lebih berkesan
	R2	Penyelenggaraan terancang lebih berkesan
	R3	Amalan terbaik pengurusan fasiliti
	R4	Amalan terbaik pengurusan fasiliti

Reponden 1 dan Responden 2 mempunyai pendapat yang sama berkaitan dengan penyelenggaraan bangunan. Pandangan yang diberikan adalah berdasarkan pengalaman yang telah dilalui oleh pihak responden sendiri.

"...penyelenggaraan bangunan ini adalah sangat penting bagi memastikan kesinambungan operasi hospital dapat berfungsi dengan baik. Dengan menjalankan penyelenggaraan bangunan, jika ada kerosakan awal pada kabel elektrik atau papan suis, kerosakan tersebut dapat dikesan sebelum berlakunya kegagalan besar yang boleh mengganggu bekalan tenaga elektrik di seluruh bangunan hospital."- R1

"..penyelenggaraan bangunan yang terancang adalah lebih berkesan kerana penyelenggaraan ini dapat mencegah daripada berlakunya kerosakan dan kegagalan sistem yang berkaitan hingga boleh menjejaskan perkhidmatan hospital. Jika bangunan hospital tidak diselenggara, ia boleh mendatangkan kemudaratan kepada pihak hospital sendiri serta pesakit yang menerima rawatan di hospital tersebut akibat berlakunya litar pintas dan kebakaran."- R2

Responden 3 dan Responden 4 mempunyai pandangan yang lain daripada penyelenggaraan yang terancang seperti yang telah dinyatakan oleh Responden 1 dan Responden 2. Tetapi pendapat yang diajukan oleh Responden 3 dan Responden 4 ini masih berkaitan dengan idea yang sama iaitu berkaitan dengan penyelenggaraan bangunan dan pengurusan fasiliti.

"...untuk menyelenggara bangunan dan menguruskan fasiliti hospital, perlu menggunakan amalan menyelenggara yang terbaik. Contoh amalan yang terbaik dalam pengurusan fasiliti adalah dengan menjalankan penyelenggaraan pencegahan secara berjadual dan berperingkat mengikut tahap kritikal sistem yang berkaitan. Antara sistem kritikal yang ada di hospital adalah sistem elektrik utama, transformer dan peralatan sokongan hayat yang digunakan di unit kritikal seperti unit ICU. Amalan yang boleh digunakan adalah menjalankan pemantauan prestasi secara bulanan, maanaka untuk menguji kefungsiannya secara menyeluruh perlu dijalankan sekurang-kurangnya 6 bulan sekali."-R4

"...penyelenggaraan yang melibatkan pengujian keselamatan dan pematuhan terhadap piawaian yang ditetapkan perlu dilaksanakan sekurang-kurangnya setahun sekali. Penyelenggaraan ini adalah bertujuan untuk memastikan sistem berada dalam keadaan yang baik."- R3

4.3.5 Bencana Alam

Menurut pandangan Responden 1 dan Responden 3, berdasarkan Jadual 7 mereka telah menyatakan bahawa gangguan bekalan elektrik yang pernah terjadi di bangunan Hospital Teluk Intan yang lama dimana hospital tersebut pernah dilanda banjir akibat daripada penubuhannya yang bersebelahan dengan sungai. Menurut pandangan Responden 1 dan Responden 3, mereka telah menyatakan bahawa gangguan bekalan elektrik yang

pernah terjadi di bangunan Hospital Teluk Intan yang lama dimana hospital tersebut pernah dilanda banjir akibat daripada lokasi struktur bangunan yang bersebelahan dengan sungai.

Jadual 7: Bencana Alam

Item	Responden	Penjelasan
Bencana alam	R1	Mempunyai pelan kecemasan yang jelas
	R2	Menjalankan pemeriksaan secara berkala
	R3	Mempunyai pelan kecemasan yang jelas
	R4	Membuat perancangan kesiapsiagaan yang mencukupi

Responden 1 dan Responden 3 berpendapat bahawa setiap hospital memerlukan plan kecemasan yang jelas supaya dapat mengelakkan daripada situasi yang kritikal ketika berlaku gangguan bekalan elektrik ketika dilanda bencana alam.

"...pihak hospital menjalankan latihan simulasi kepada kakitangan hospital bagi memastikan mereka mengetahui prosedur yang perlu dijalankan ketika berlakunya bencana alam."-R1

"...bencana alam adalah satu punca yang boleh menyebabkan berlakunya gangguan bekalan tenaga elektrik lebih-lebih lagi bencana alam yang melibatkan banjir kilat. Jika berlakunya banjir, bencana tersebut boleh merosakkan sistem elektrik dan dalam masa yang sama bencana tersebut akan mengundang kerugian kepada pihak hospital kerana kerosakan peralatan perubatan yang dialami akibat banjir. Oleh itu bagi membuat persediaan untuk menghadapi bencana yang tidak dijangka, hospital perlulah mempunyai pelan kecemasan yang jelas dimana pelan tersebut mempunyai rancangan alternatif untuk memastikan sistem sandaran elektrik dapat berfungsi semasa berlakunya gangguan bekalan elektrik."- R3.

Pandangan yang diberikan oleh Responden 2 dan Responden 4 adalah berlainan dengan pendapat yang diajukan oleh Responden 1 dan Responden 3, tetapi maklumat yang diberikan masih berkait dengan idea utama kajian ini berkaitan dengan punca berlakunya gangguan elektrik di hospital iaitu bencana alam.

"...dengan menjalankan pemeriksaan secara berkala terhadap sistem pendawaian dan kabel elektrik. Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan terhadap kabel pada sistem utama untuk memastikan tiada berlakunya sebarang kerosakan seperti penibat kabel yang haus dan sebagainya. Sebagaimana yang pernah terjadi di bangunan lama Hospital Teluk Intan, gangguan tenaga elektrik sering terjadi akibat daripada banjir yang melanda hospital tersebut. Salah satu faktor berlakunya banjir ini adalah kerana pembinaan hospital yang berada bersebelahan dengan sungai, jadi apabila berlakunya hujan lebat tanpa henti air akan naik dan melimpah ke kawasan tepi sungai. Perkara ini menyebabkan hospital tersebut mengalami kelumpuhan perkhidmatan dan menyebabkan berlakunya kerugian yang banyak."-R2

"...baru-baru ini kawasan Kampung Selabak Luar telah menghadapi banjir yang telah mengakibatkan penjejasan kepada penduduk setempat. Terdapat 35 buah rumah yang telah dinaiki air. Banjir ini berlaku disebabkan oleh hujan yang tidak berhenti dan ditambah dengan limpahan air Sungai Bidor yang menambahkan lagi keparahan banjir dikawasan tersebut. Jarak antara kampung yang dilanda banjir itu dengan Hospital Teluk Intan lebih kurang dalam 6 km. Sejak kejadian itu berlaku, pihak hospital mula menitik beratkan untuk menggunakan bahan yang kalis air. Perkara ini adalah untuk membuat persediaan untuk masa hadapan dimana hospital ini berpotensi untuk dilanda banjir kerana keadaan geografi hospital tidak jauh daripada kawasan yang dilanda banjir." - R4

4.4 Strategi bagi Meningkatkan Sistem Sandaran Bekalan Elektrik di Hospital

4.4.1 Pemasangan Solar dan Storan Tenaga

Pembangunan sumber tenaga yang boleh diperbaharui dapat membantu dalam mengurangkan kos serta dapat memastikan bekalan elektrik yang berterusan walaupun sedang mengalami gangguan bekalan elektrik. Jadual 8 menunjukkan dapatan kajian mengenai pemasangan solar dan storan tenaga.

Jadual 8 : Pemasangan Solar dan Storan Tenaga

Sandaran bekalan elektrik: solar & storan tenaga	Responden (R)	Penjelasan
Pembangunan sumber tenaga boleh diperbaharui	R1	Dapat mengurangkan risiko gangguan bekalan elektrik
	R2	Sesuai menjadi pelengkap sistem sandaran
	R3	Satu stratrgi jangka masa panjang
	R4	Risiko gangguan bekalan elektrik dapat dikurangkan

Responden 1 berpendapat bahawa pembangunan tenaga solar di hospital boleh mengurangkan risiko dalam menghadapi gangguan bekalan tenaga elektrik. Risiko ini dapat dikurangkan kerana, jika berlakunya masalah pada sumber tenaga utama hospital masih mempunyai tenaga elektrik yang di jana oleh sistem tenaga solar. Tenaga elektrik ini mampu menampung keperluan elektri yang dikhususkan kepada bebean kritikal sekiranya berlaku gangguan tenaga elektrik.

“... pembangunan tenaga solar di hospital sememangnya boleh membantu hospital untuk mengurangkan risiko berlakunya gangguan bekalan tenaga elektrik. Risiko ini dapat dikurangkan adalah kerana dengan membangunkan sistem solar di bangunan atau dikawasan hospital membolehkan hospital mempunyai sumber tenaga elektrik sendiri selain daripada bergantung kepada tenaga utama yang dijana melalui Tenaga Nasional Berhad (TNB).”- R1

Responden 4 turut mempunyai pandangan yang sama dengan Responden 1 dengan menekankan keutamaan bekalan elektrik melalui sistem solar.

“... dengan pembangunan sumber ini juga, dapat membantu untuk menampung keperluan elektrik yang diperlukan oleh hospital khususnya kepada beban kritikal sekiranya berlaku gangguan bekalan elektrik pada sumber elektrik utama. Di hospital ini juga sedang membuat perancangan untuk membangunkan sistem solar.”-R4

Tambahan juga, Responden 2 menyatakan pendapat mengenai kesesuaian tenaga solar sebagai sistem sandaran akibat cuaca yang tidak menentu dan sekaligus mencadangkan lokasi sesuai pemasangan sistem solar di Hospital Teluk Intan.

“.. tenaga solar yang dibangunkan dihospital lebih sesuai untuk dijadikan sebagai pelengkap kepada sistem sandaran sedia ada. Penjanaan tenaga solar bergantung sepenuhnya kepada cahaya matahari. Jika cuaca mendung atau hujan lebat, penghasilan tenaga elektrik yang dihasilkan oleh tenaga solar tidak stabil sekali gus tenaga ini tidak dapat memenuhi permintaan tenaga elektrik di hospital sepanjang masa. Oleh itu, hospital ini juga sedang membuat perancangan untuk membangunkan sistem solar di kawasan lapang bersebelahan hospital dan di atas bumbung pejabat kaki.” – R2

Responden 3 berpendapat bahawa tenaga solar lebih sesuai dijadikan pelengkap kepada sistem sandaran sedia ada hospital dan memberi kesan baik dalam jangka masa panjang.

“... pembangunan tenaga solar di hospital dapat mengurangkan tahap kebergantungan hospital terhadap sumber tenaga yang utama daripada TNB. Selain itu, pembangunan tenaga solar ini juga dapat menyokong agenda kelestarian serta menjimatkan kos operasi dan utiliti hospital. Hal ini kerana pembangunan tenaga solar dapat mengurangkan pelepasan karbon yang boleh memberikan impak yang negatif kepada alam sekitar. Di samping menjaga tenaga elektrik, pembangunan tenaga boleh diperbaharui seperti tenaga solar dapat menyelamatkan alam sekitar daripada berlakunya pencemaran yang boleh mengundang penyakit kepada masyarakat setempat. Hospital ini masih membuat perancangan untuk membina sistem solar.” - R3

4.4.2 Energy Management System (EMS)

Jadual 9 menunjukkan dapatkan kajian mengenai *energy management system (EMS)*. Menurut Responden 1, EMS memainkan peranan yang penting dalam memantau penggunaan tenaga dalam masa nyata. Pemantauan ini juga membenarkan untuk mengesan sebarang kerosakan atau kebocoran yang ada pada bangunan dengan lebih awal.

Responden 1 menyatakan bahawa penggunaan sistem pengurusan tenaga dapat membantu pihak hospital untuk mengenalpasti kerosakan awal terhadap sistem elektrik serta membolehkan proses membaik pulih kerosakan tersebut dapat dilakukan dengan kadar segera.

“.. membolehkan pemantauan penggunaan tenaga dijalankan secara masa nyata; real time. Dengan menggunakan sistem ini, pihak hospital dapat mengenalpasti sebarang ketidaknormalan yang ada pada penggunaan tenaga seperti penghasilan arus yang tidak seimbang boleh dikesan dengan lebih awal. Tambahan juga, hospital ini telah menggunakan sistem ini untuk menjimatkan tenaga elektrik.” – R1

Jadual 9 : Energy Management System (EMS)

Item	Responden (R)	Penjelasan
Energy Management System (EMS)	R1	Membolehkan pemantauan secara masa nyata
	R2	Mengurangkan risiko gangguan bekalan
	R3	Sistem amaran awal
	R4	Boleh mengurangkan pembaziran tenaga elektrik

Akibat daripada membaik pulih kerosakan tersebut dalam masa yang singkat, secara tidak langsung ia dapat mengurangkan risiko berlakunya gangguan bekalan elektrik di hospital. Tambahan juga, Responden 2 menyatakan bahawa:

“.. penggunaan EMS di hospital memberikan kesan yang positif kepada hospital daripada segi pengurusan risiko berlakunya gangguan elektrik. Pengurangan risiko ini dapat dicapai daripada segi pengagihan beban elektrik yang lebih terkawal dan seimbang. Permasalahan seperti beban yang melampau dapat dielakkan jika penggunaan tenaga sentiasa dipantau secara berterusan di setiap zon, jabatan mahupun peralatan elektrik. Oleh kerana itu, hospital ini telah menggunakan sistem ini.” – R2

Menurut Responden 3, penggunaan EMS berfungsi sebagai satu sistem amaran awal yang boleh mengesan sebarang perubahan yang luar biasa walaupun kecil.

“... sistem ini boleh mengesan sebarang perubahan yang luar biasa walaupun kecil seperti ketidakstabilan voltan atau suhu peralatan elektrik yang tidak normal boleh dikesan lebih awal melalui notifikasi dan amaran automatik. Keupayaan sistem ini untuk mengesan perubahan ini membolehkan pihak yang bertanggungjawab untuk mengambil tindakan pencegahan sebelum berlakunya kerosakan secara menyeluruh yang boleh mengakibatkan gangguan bekalan elektrik di hospital” – R3

Tambahan juga, menurut Responden 4, penggunaan sistem pengurusan tenaga boleh mengurangkan berlakunya pembaziran tenaga elektrik.

“...penggunaan sistem EMS dapat membantu dalam mengurangkan berlakunya pembaziran tenaga elektrik di hospital kerana sistem ini berupaya untuk mengesan kerosakan kecil yang berlaku dalam sistem pendawaian elektrik. Melalui pengesanan ini, pihak bertanggungjawab dapat segera mengambil tindakan pembaikan sebelum kerosakan tersebut menjadi lebih parah dan serius yang boleh menyebabkan berlakunya kehilangan tenaga yang berterusan. Begitu juga, langkah pembaikan yang diambil oleh pihak bertanggungjawab terhadap pembaikan awal ini dapat mengelakkan daripada berlakunya peningkatan kos operasi dalam masa yang sama dapat mengurangkan risiko berlakunya gangguan bekalan elektrik di hospital.” – R4

4.4.3 Pematuhan Terhadap Standard dan Peraturan Pembinaan

Pematuhan terhadap standard dan peraturan pembinaan oleh pihak berkuasa adalah sangat penting bagi memastikan kelancaran operasi perkhidmatan sesebuah hospital atau bangunan. Antara standard dan peraturan yang perlu dipatuhi adalah Peraturan 90, Akta Tenaga 1990 dan MS1799: 2007. Menurut kesemua responden standard dan peraturan ini sangat penting untuk dipatuhi kerana standard dan peraturan ini berfungsi sebagai garis panduan yang utama dalam pemasangan sistem elektrik hospital seperti dalam Jadual 10.

Jadual 10 : Pematuhan Terhadap Standard dan Peraturan Pembinaan

Item	Responden (R1)	Penjelasan
Pematuhan standard dan peraturan pembinaan	R1	Garis panduan yang utama
	R2	Memastikan sistem pendawaian hospital direka mengikut keperluan beban
	R3	Memastikan kerja pemasangan dan penyelenggaraan sistematik
	R4	Mengurangkan risiko salah pasang sistem elektrik

"...pematuhan terhadap standard dan peraturan pembinaan dalam mereka bentuk dan pemasangan elektrik adalah sangat penting. Standard dan peraturan pembinaan adalah satu garis panduan yang telah disediakan oleh pihak berkuasa supaya sistem pendawaian yang dipasang dan direka dapat memenuhi piawaian keselamatan dan tidak berlaku sebarang kesalahan semasa proses pemasangan sistem elektrik."-R1

"... bagi mengurangkan risiko daripada berlakunya gangguan elektrik di bangunan hospital dalam masa yang sama untuk menjamin keselamatan pesakit dan kakitangan yang berada di dalam hospital berkenaan. Standard dan peraturan ini juga perlu dipatuhi untuk memastikan sistem elektrik yang direka dan dipasang di hospital tersebut mempunyai kemampuan untuk menampung beban-beban kritikal yang memerlukan tenaga elektrik yang berterusan tanpa sebarang gangguan. Jika kegagalan elektrik berlaku, ia boleh menjurus kepada pendedahan risiko terhadap keselamatan pesakit. Sebagai contoh di hospital ini, kami sentiasa memastikan sistem elektrik mematuhi standard dan peraturan yang telah ditetapkan."-R2

Responden 3 dan Responden 4 berpendapat bahawa pematuhan terhadap standard dan peraturan pembinaan adalah salah satu strategi yang digunakan oleh hospital untuk mengelakkan daripada berlakunya gangguan bekalan elektrik pada masa hadapan.

"... pematuhan terhadap Akta Tenaga dan kod amalan elektrik yang betul dapat membantu memastikan semua kerja-kerja pemasangan dan penyelenggaraan sistem elektrik dapat dijalankan secara sistematik dan selamat. Dengan adanya garis panduan yang jelas dan pematuhan terhadap garis panduan tersebut, risiko yang berlaku akibat daripada kesilapan teknikal dapat dikurangkan. Tambahan juga pemasangan sistem elektirk yang tidak sempurna yang boleh menyebabkan berlakunya kegagalan sistem elektrik turut dapat dikurangkan. – R3

"... pematuhan terhadap standard dan peraturan pembinaan ini boleh meningkatkan kebolehpercayaan bekalan elektrik hospital untuk menyokong kelangsungan operasi perkhidmatan hospital tanpa berlaku sebarang gangguan. Hospital ini sentiasa menekankan kepatuhan terhadap standard sistem elektrik yang telah ditetapkan oleh pihak berkuasa." – R4.

4.4.4 Kod Tindak Balas Pantas (QR) dan Pesanan Kerja

Berdasarkan Jadual 11 menunjukkan bahawa Responden 1 dan Responden 4 berpendapat bahawa penggunaan sistem kod tindak balas pantas (QR) dapat memudahkan kakitangan yang terlibat dalam kerja-kerja pengurusan fasiliti untuk mendapatkan maklumat.

Jadual 11 : Kod Tindak Balas Pantas (QR) dan Pesanan Kerja

Item	Responden	Penjelasan
Penggunaan sistem kod tindak balas pantas (QR)	R1	Memudahkan kakitangan untuk mendapat maklumat
	R2	Melaporkan kerosakan dengan segera
	R3	Dapat meningkatkan kecekapan operasi penyelenggaraan
	R4	Tidak memerlukan laporan secara manual

"... penggunaan sistem QR dalam kerja-kerja penyelenggaraan fasiliti dan sistem elektrik di hospital sangat membantu kerana ia membolehkan kakitangan mengakses maklumat secara terus dan tepat mengenai setiap peralatan yang memerlukan penyelenggaraan. Setiap peralatan mempunyai kod QR yang tersendiri, dan apabila QR tersebut diimbas, maklumat lengkap seperti tarikh pemeriksaan terakhir, status penyelenggaraan, serta panduan teknikal akan dipaparkan di layar telefon pintar. Semua hasil rekod kerja dapat disimpan secara digital." - R1

Responden 4 menyatakan kesedaran dalam kakitangan tentang kebaikan sistem QR dan hospital dalam usaha mengetengahkan sistem ini.

"... hospital ini, kami masih tidak menggunakan sistem ini, tetapi sistem ini akan diusulkan dalam mesyuarat yang akan datang bagi memudahkan urusan pihak pengurusan. Dengan adanya sistem QR ini, pihak pengurusan dapat memantau status kerja penyelenggaraan secara masa nyata (real-time) serta membolehkan kakitangan yang bertugas membuat perancangan jadual penyelenggaraan yang lebih sistematik." -R4.

Responden 2 menyatakan keberkesanan komunikasi dalam sistem QR. Responden 2 menyatakan hospital masih belum menggunakan sistem ini. Manakala Responden 3 menekankan keberkesanan dalam pengurusan dokumen dan penyelenggaraan sekiranya sistem ini digunapakai dalam hospital.

"...penggunaan pesanan kerja yang dihubungkan dengan sistem QR membolehkan kami melaporkan sebarang kerosakan atau masalah fasiliti secara terus dan segera kepada pihak pengurusan tanpa perlu menunggu proses manual yang panjang. Sebelum ini, laporan manual memerlukan pengisian borang, pengesahan oleh beberapa pihak, dan penghantaran melalui beberapa saluran yang memakan masa, sekaligus meningkatkan risiko kelewatan dalam pembaikan. Dengan sistem QR yang terintegrasi dengan pesanan kerja, setiap laporan kerosakan dapat dihantar serta-merta, disertai maklumat lengkap seperti lokasi peralatan, jenis kerosakan, dan tahap kritikalnya. Ini membolehkan pihak teknikal dan pengurusan hospital membuat tindakan pembaikan dalam masa yang singkat. Tetapi di hospital ini, kami masih belum menggunakan sistem ini." - R2

"Saya merasakan penggunaan sistem QR dan pesanan kerja telah banyak meningkatkan kecekapan operasi penyelenggaraan di hospita serta dapat menjimatkan kos yang diperlukan untuk mencetak borang-borang yang diperlukan untuk mengisi maklumat berkaitan dengan kerja-kerja pemeriksaan. Dengan sistem ini, kakitangan boleh mengakses maklumat teknikal dengan segera, termasuk spesifikasi peralatan, panduan penyelenggaraan, dan rekod sejarah kerja sebelum ini. Ini membolehkan setiap kerja penyelenggaraan dirancang dengan lebih teratur dan tepat. Selain itu, sistem ini membolehkan kemaskini status kerja dilakukan secara terus selepas kerja selesai. Perkara ini dapat memastikan semua pihak berkaitan mempunyai maklumat terkini serta dapat mengurangkan risiko kerja yang tertangguh atau terlepas pandang. Dengan cara ini, masa yang biasanya dihabiskan untuk mencari dokumen bercetak atau menunggu pengesahan manual dapat diijmakan dengan sangat ketara. Kami di hospital ini masih belum menggunakan sistem ini dalam kerja-kerja pengurusan fasiliti." -R3

4.4.5 Pengurusan Risiko dan Audit

Dalam usaha memastikan kesinambungan operasi dan keselamatan pesakit, hospital perlu melaksanakan strategi yang proaktif dalam menghadapi risiko gangguan bekalan elektrik. Berdasarkan temubual dengan responden, salah satu pendekatan penting yang disebut ialah pengurusan risiko yang tersusun dan pelaksanaan audit sistem elektrik secara berkala. Berdasarkan Jadual 12 ,Responden 1 berpendapat bahawa dengan menjalankan audit terhadap sistem elektrik.

"...saya melihat audit sistem elektrik sebagai satu alat pemantauan yang sangat penting dalam memastikan sistem elektrik hospital beroperasi dengan selamat dan efisien. Bagi saya, audit yang dilakukan secara berkala bukan sahaja berfungsi untuk mengesan masalah teknikal seperti sambungan longgar, kabel haus atau komponen yang hampir rosak, tetapi juga berperanan sebagai mekanisme pemantauan kualiti penyelenggaraan secara menyeluruh. Audit berkala juga bertujuan untuk memastikan bahawa semua kerja penyelenggaraan dijalankan mengikut standard dan prosedur yang telah ditetapkan oleh pihak berkuasa, termasuk piawaian keselamatan dan amalan terbaik industri." - R1

Jadual 12: Pengurusan Risiko dan Audit

Pengurusan risiko dan menjalankan audit secara berkala	Responden	Penjelasan
	R1	Audit sistem elektrik sebagai alat pemantauan yang penting
	R2	Pengurusan risiko yang sistematik
	R3	Aktiviti audit yang konsisten
	R4	Menjalankan audit secara berkala

Responden 2 menekankan audit berkala membantu hospital menilai sistem pengurusan risiko serta mitigasi dan mendalami kebarangkalian masalah dalam hospital.

"... pengurusan risiko yang sistematik sangat penting dalam memastikan hospital dapat menangani kemungkinan berlakunya gangguan bekalan elektrik dengan lebih bersedia. Selain itu, pengurusan risiko bukan sekadar mengenal pasti potensi masalah, tetapi juga melibatkan proses penilaian risiko secara berkala untuk menilai setiap komponen sistem elektrik yang terdapat di hospital termasuklah sistem penjaan, sistem pendawaian, sistem UPS dan generator sandaran. Dengan penilaian risiko yang konsisten, kita dapat mengenal pasti komponen-komponen yang lemah, usang atau mempunyai potensi untuk mengalami kegagalan sebelum masalah itu benar-benar berlaku. Perkara ini memberi peluang kepada pasukan teknikal untuk mengambil langkah pembaikan atau penyelenggaraan lebih awal." - R2

Menurut pandangan Responden 3 dan Responden 4, dengan menjalankan aktiviti audit yang konsisten dan berkala dapat menyumbang kepada strategi yang dijalankan oleh hospital untuk mengelakkan daripada berlakunya gangguan bekalan elektrik.

"...pengurusan risiko bukan hanya sekadar penyediaan daftar risiko sahaja, tetapi ia perlu disertakan dengan audit yang konsisten dan sistematik agar semua potensi masalah dalam sistem elektrik hospital dapat dikaji semula dari masa ke masa. Audit berkala memungkinkan pihak bertanggungjawab mengesan masalah yang jelas, tetapi dalam masa yang sama dapat memahami trend prestasi sistem elektrik secara menyeluruh." - R3

"... audit secara berkala terhadap sistem elektrik, secara tidak langsung ia menyediakan satu peluang yang lebih komprehensif untuk mengenalpasti kelemahan yang mungkin tidak dapat dilihat melalui pemeriksaan harian. Pemeriksaan harian biasanya hanya melibatkan semakan visual atau respons kepada masalah yang sudah wujud, tetapi audit secara berkala membolehkan pihak bertanggungjawab melakukan penilaian secara menyeluruh merangkumi setiap komponen kritikal sistem elektrik di hospital. Audit ini dilakukan oleh jurutera yang bertaualiah dan berpengalaman, jadi setiap aspek seperti generator sandaran, sistem UPS, pendawaian dalaman, panel elektrik, dan juga sambungan beban kritikal akan diperiksa dengan teliti." - R4

5. Kesimpulan

Kajian ini memberi tumpuan kepada dua aspek utama, iaitu mengenal pasti punca gangguan bekalan elektrik di hospital serta menganalisis strategi yang dilaksanakan bagi mengelakkan gangguan tersebut pada masa hadapan. Objektif kajian dibangunkan berdasarkan kajian literatur dan disokong oleh dapatan temu bual bersama empat responden berpengalaman. Berdasarkan dapatan kajian, kedua-dua objektif penyelidikan yang ditetapkan adalah selari dengan kajian literatur, dan semua soalan temu bual berkaitan objektif telah dijawab dengan jelas oleh responden. Analisis data mendapati bahawa punca utama gangguan bekalan elektrik di hospital merangkumi sistem pendawaian elektrik yang tidak diselenggara secara berkala, pemasangan yang tidak mematuhi piawaian, kelemahan dalam reka bentuk sistem pengagihan elektrik serta pengiraan beban elektrik yang tidak tepat.

Penyelenggaraan berkala terhadap sistem pendawaian elektrik hospital adalah penting bagi memastikan sistem berfungsi dengan baik dan mengurangkan risiko gangguan bekalan elektrik. Menurut Mohd Aslah et al. (2022), pemasangan sistem elektrik yang tepat serta penyelenggaraan berkala mampu meningkatkan kebolehpercayaan sistem elektrik. Selain itu, penyelenggaraan dirancang dapat mengurangkan keperluan pembaikan kecemasan dan mengelakkan kegagalan sistem yang boleh menjejaskan operasi hospital (Chudley, 1981). Kelemahan dalam reka bentuk sistem pengagihan elektrik, terutamanya apabila melibatkan rangkaian yang semakin kompleks dan beban yang tinggi, boleh menyebabkan gangguan pada beban kritikal seperti mesin

sokongan hayat (Yusoff, 2024). Di samping itu, bencana alam seperti banjir turut dikenal pasti sebagai ancaman kepada sistem elektrik hospital kerana peralatan elektrik yang terdedah kepada air berisiko mengalami kerosakan dan seterusnya menjejaskan operasi hospital (Snedaker, 2007).

Bagi menangani isu tersebut, dapatan kajian menunjukkan bahawa hospital telah melaksanakan beberapa strategi kesiapsiagaan termasuk penggunaan Sistem Pengurusan Elektrik (Electrical Management System, EMS), perancangan sistem sokongan dan pembangunan tenaga boleh baharu seperti solar. Strategi ini sejajar dengan saranan World Health Organization (WHO, 2014) yang menekankan keperluan perancangan strategik dan sistem sokongan menyeluruh bagi memastikan operasi kritikal hospital terus berjalan. Penggunaan EMS membantu pemantauan dan pengesanan awal kerosakan sistem elektrik, sekali gus meningkatkan kebolehpercayaan sistem dan mengurangkan risiko gangguan besar (Lee et al., 2024).

Kesimpulannya, kajian ini berjaya mencapai kedua-dua objektif yang ditetapkan dengan mengenal pasti punca utama gangguan bekalan elektrik serta strategi kesiapsiagaan hospital. Dapatan kajian ini diharapkan dapat memberi manfaat kepada pihak pengurusan hospital, syarikat konsesi, perunding kejuruteraan dan penyelidik sebagai rujukan dalam meningkatkan kebolehpercayaan sistem elektrik hospital. Secara keseluruhan, kajian ini menyumbang kepada pemahaman awal berkaitan kesiapsiagaan hospital dalam menghadapi gangguan bekalan elektrik dan boleh dijadikan asas kepada kajian lanjutan pada masa hadapan.

Penghargaan

Penulis merakamkan penghargaan terima kasih kepada Fakulti Pengurusan Teknologi dan Perniagaan (FPTP), dan individu yang terlibat dalam kajian ini sama ada secara langsung ataupun tidak langsung.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Aina Mardia Binti Sallehuddin & Ainnureen Shafina Kamarudin; **pengumpulan data,** Ainnureen Shafina Kamarudin; **analisis dan interpretasi hasil:** Aina Mardia Binti Sallehuddin & Ainnureen Shafina Kamarudin ; **penyediaan draf manuskrip:** Aina Mardia Sallehuddin, Ainnureen Shafina Kamarudin, Sulzakimin Mohamed, Norliana Sarpin.

Rujukan

- Aamir, Muhammad, et al. "Review: Uninterruptible Power Supply (UPS) System." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 58, no. 58, May 2016, pp. 1395–1410, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.335>.
- Ab Rahman, Mohd Fahmi, and Norazah Abdullah. "Asas Pendawaian Elektrik Fasa Tunggal." *Mypolycc.edu.my*, 2023, repositori.mypolycc.edu.my/jspui/handle/123456789/4063, <https://doi.org/9789672097648>.
- Acrel. (n.d.). Sistem Pengurusan Tenaga Berasaskan Platform IoT. <https://www.acrel.my/ms/iot-platform-based-energy-management-system-product/>
- Adawati Yusof (2011). Analysis of Renewable Energy Potential in Malaysia, Faculty of Engineering, University Malaya. <https://core.ac.uk/>
- Alam, S., Sari, L., Surjati, I., & Aji, D. P. B. (2021). Penyuluhan Bahaya Banjir terhadap Kelistrikan dan Korosi Peralatan Elektronika Rumah Tangga. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Ipteks Vol*, 7(2).
- Alexander K. (1992), Facilities Risk Management, Vol. 10 No. 4.
- Al-Hammad, A., Assaf, S. dan Al-Shihah. M. (1997). The effect of faulty design on building maintenance. *Journal of Quality in Maintenance*. Vol. 3 No. 1. pp. 29-39.
- Ali, A., Kamaruzzaman, S., Sulaiman, R., & Yong, C. (2010). Factors affecting housing maintenance cost in Malaysia. *Journal of Facilities Management*, Volume 8 (4), 285-298
- Ali, H., & Limakrisna, N. (2013). Metodologi Penelitian (Petunjuk Praktis Untuk Pemecahan Masalah Bisnis, Penyusunan Skripsi (Doctoral dissertation, Tesis, dan Disertsi. In *Deeppublish*: Yogyakarta.
- Al-Zubaidi, H. (1997). Assessing the demand for building maintenance in a major hospital complex. *Property Management*. Vol. 15 No. 3. pp. 173-183.
- Arafin, Y. (2023). Apa itu pemadaman bergilir? Memahami pemotongan bekalan elektrik dalam grid moden. <https://yasirarafin.com/what-is-load-shedding/>

- Aslam, M. M., Zulkifli, D. A. (2013). Renewable Energy in Malaysia: Experience from Perlis, *Journal of Energy Technologies Policy*, Vol. 3, No. 11, 2013.
- Aziz, A., Wahid, A., Arief, Y., & Aziz, Ab. N. (2016), Evaluation of Solar Energy Potential in Malaysia. *Trends in Bioinformatics*, 9, 35–43. <http://dx.doi.org/10.3923/tb.2016.35.43>.
- Bachik, Raffi (2016). “Kapasitor Lampu Pecah Punca Kebakaran Hospital Sultan Aminah.” *Astroawani.com*, 2016, www.astroawani.com/berita-malaysia/kapasitor-lampu-punca-kebakaran-hospital-sultanah-aminah-126675.
- Bazerman, M.H. & Hoffman, A.J. (1999). Sources of environmentally destructive behaviour: Individual, organization, and institutional perspectives. *Research in Organizational Behaviour*, 21, 39-79.
- Berita PM (2025). 100 Hari UCH tanpa kuasa: cabaran dan peluang yang muncul. <https://pmnewsnigeria.com/2025/02/08/100-days-of-uch-without-power-challenges-and-emerging-opportunities/>
- Bernama. “Banjir Kelantan: Perkhidmatan Sokongan Di Hospital Tengku Anis Dihentikan.” *Astro Awani*, Awani, 20 Dec. 2022, www.astroawani.com/berita-malaysia/banjir-kelantan-perkhidmatan-sokongan-di-hospital-tengku-anis-dihentikan-397821.
- Bernama. (2023). *Lapan unit stor kuaters Hospital Teluk Intan terbakar*. Sinar Harian Online; Sinar Harian. <https://www.sinarharian.com.my/article/262092/berita/semasa/lapan-unit-stor-kuaters-hospital-teluk-intan-terbakar>
- Bernama. “Tiada Kematian Akibat Gangguan Elektrik Di HSI | Sinar Harian.” *Sinar Harian*, 2 Sept. 2021, www.sinarharian.com.my/article/159221/berita/semasa/tiada-kematian-akibat-gangguan-elektrik-di-hsi.
- Brooks, Liz. 2024. (Solar Panels and Battery Storage for Hospital – Bright Spark Energy. https://brightspark.energy/batterystorage/solar_panels_and_battery_storage_for_hospitals
- Campbell, Donald T., & Fiske, Donald W. 1959. “Convergent and Discriminant Validation by the Multitrait-Multimethod Matrix”. *Psychological Bulletin*, 56(2), 81-105.
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, T., Walkem, K., Young, S., & Walker, K. (2020). Purposive sampling: complex or simple? Research case example. *Journal of Research in Nursing*, 25(8), 652-661.
- Carthey, J, Chandra, V & Loosemore, M (2008). Assessing the adaptive capacity of hospital facilities to cope with climate-related extreme weather events: a risk management approach – In: Dainty, A (Ed) *Procs 24th Annual ARCOM Conference*, 1-3 September 2008, Cardiff, UK, Association of Researchers in Construction Management, 1145-1154.
- Chudley, R. (1981). *The Maintenance and Adaptation of Buildings*. New York: Logman Inc.
- Cornesse, C., Blom, A. G., Dutwin, D., Krosnick, J. A., DeLeeuw, E. D., Legleye, S., & Wenz, A. (2020). A review of conceptual approaches and empirical evidence on probability and nonprobability sample survey research. *Journal of Survey Statistics and Methodology*, 8(1), 4-36.
- D’Agostino, A. L., Sovacool, B. K., Trott, K., Ramos, C. R., Saleem, S., & Ong, Y. (2011). What’s the state of energy studies research?: A content analysis of three leading journals from 1999 to 2008. *Energy*, 36(1), 508-519.
- Daud, Ridauddin. “Bekalan Elektrik Pulih Sepenuhnya - TNB.” *Astro Awani*, Awani, 27 July 2022, <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/bekalan-elektrik-pulih-sepenuhnya-tnb-373169>.
- Denholm, P., Drury, E., Margolis, R., & Mehos, M. (2010), Chapter 10— Solar Energy: The Largest Energy Resource. In F. P. Sioshansi (Ed.), *Generating Electricity in a Carbon-Constrained World* (pp. 271–302). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85617-655-2.00010-9>.
- Dixit, S. K., & Sambasivan, M. (2018). A review of the Australian healthcare system: A policy perspective. *SAGE Open Medicine*, 6(2050312118769211), 1–14. <https://doi.org/10.1177/2050312118769211>
- Djarwanto (1994). *Pokok-pokok Metode Riset dan Bimbingan Teknis Penulisan Skripsi*. Yogyakarta: Liberty
- A.El-Bassiouny, et al. *Impact of Power Transformer Failures on Customer Interruption Costs Using Customer Damage Functions*. 1 Dec. 2017, pp. 565–570, <https://doi.org/10.1109/mepcon.2017.8301237>.
- Erdinc, O., and M. Uzunoglu. “Recent Trends in PEM Fuel Cell-Powered Hybrid Systems: Investigation of Application Areas, Design Architectures and Energy Management Approaches.” *Renewable and*

- Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, no. 9, Dec. 2010, pp. 2874–2884,
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.07.060>.
- Etkho. (2023) "Electrical Faults in Hospitals: Causes, Problems and Solutions." *ETKHO Hospital Engineering*, 21 Mar. 2023, www.etkho.com/en/los-fallos-electricos-en-hospitales-causas-problemas-y-soluciones/.
- Fan (2025), Large Battery Redundancy. <https://www.large-battery.com/ms/battery-redundancy-systems-critical-care-equipment-power-safety/>
- Frano Barbir (2005). *PEM Fuel Cells: Theory and Practice*. Amsterdam; London, Elsevier Academic, 2005.
- Fresis, L. & Infield, D. 2008. *Renewable Energy in Power System*. West Sussex: JhonWiley and Son, Ltd. Publication
- Haji Din, Ir Mohd Nazri (2007), "Kajian Tahap Pemuatan Spesifikasi Piawai Elektrik oleh Kontraktor Kejuruteraan Elektrik dalam Pembinaan di Malaysia". Universiti Sains Malaysia
https://eprints.usm.my/29797/1/KAJIAN_TAHAP_PEMANTUHAN_SPESIFIKASI_PIAWAI_ELEKTRIK.pdf
- Halim, Mohammad Haidar Husaini, and Raja Nurul Waheeda Raja Zilan. "TAHAP KESEDARAN PEKERJA TENTANG PENJIMATAN TENAGA DI HOSPITAL." *Psa.edu.my*, 2021, repository.psa.edu.my/handle/123456789/3237, <http://repository.psa.edu.my/handle/123456789/3237>.
- Hamidah, H. A., Zakaria, I., & Othman, M. S. (2019). Tenaga boleh diperbaharui bagi penjana tenaga elektrik di Malaysia: Satu kajian literatur. *Journal on Technical and Vocational Education (JTVE)*, 4(3), 129-142.
<https://upikpolimas.edu.my/ojs/>
- Hamilton, B. dan Norizan Ahmad. 2001. *Facilities management development*. Dlm: *Facilities Management Seminar*. Kuala Lumpur, 7 April 2001.
- Handayani & Ririn. (2020). *Metodologi Penelitian Sosial*. Yogyakarta: Trussmedia Grafika.
- Harrison A. (1998) *Intelligent Buildings in South East Asia*.
- Hart, G. W. 1992. Nonintrusive appliance load monitoring. *Proceedings of the IEEE* 80(12): 1870-1891.
- Healthcare Facilities Management Association (2022). *Impact of structured maintenance programs on electrical reliability in hospitals*. HFMA.
- Hikosaka Behling, Noriko (2013). *Fuel Cells*. Elsevier EBooks, Elsevier BV, 1 Jan. 2013.
<https://doi.org/10.1016/C2011-0-04424-1>
- Horner, R.M.W., El-Haram, M.A. dan Munns, A.K. (1997). Building maintenance strategy: a new management approach. *Journal of Quality in Maintenance*. Vol. 3 No. 4. pp. 273-280.
- Hospital Slim (2025), "Pengenalan Kluster Perak Selatan." *Moh.gov.my*, 2025, jknperak.moh.gov.my/hsr/v2/index.php/component/content/article/pengenalan-kluster-perak-selatan?catid=2:artikel&Itemid=101.
- Houghton et al. 2013. "Rigour in qualitative case-study research". *Nurse researcher*, 20(4).
- Hutchison, V., & Ranganathan, S. (2022). *Health care facility electrical demand loads*. Health Facilities Management Magazine. <https://www.hfmmagazine.com/articles/4510-health-care-facility-electrical-demand-loads>
- Ilgel, D. R., Fisher, C. D., & Taylor, M. S. (1979). Consequences of individual feedback on behavior in organizations. *Journal of Applied Psychology*, 64(4), 349–371.
- Intertek. "IEC 60601: Product Safety Standards for Medical Devices." *Intertek.com*, 2020, www.intertek.com/medical/regulatory-requirements/iec-60601-1/.
- Ismail, et al. (2021) *Kajian Pengurusan Risiko Gangguan Bekalan Tenaga Elektrik Dan Sistem Bekalan Kuasa Kecemasan Di Hospital*. Universiti Tun Hussein Onn Malaysia Publisher's Office, 2022, doi.org/10.30880/rmtb.2021.02.02.046.
- Jabatan Kerja Raya (1999). *Specification for low voltage internal electrical installation. Specification for low voltage internal electrical installation (L-S1)*. Jabatan Kerja Raya, 1999.
- Jabatan Kerja Raya (2021). *Kursus Rekabentuk Pemasangan Elektrik Voltan Rendah (Asas) PENGENALAN KEPADA BEBAN ELEKTRIK 8 Februari 2021 Cawangan Kejuruteraan Elektrik*. Jabatan Kerja Raya, 2021.
- Jabatan Penerangan Malaysia (2022). "Facebook." *Facebook.com*, 2022, www.facebook.com/photo?fbid=10154293613458884&set=a.10151100879478884.

- Jabatan Perangkaan Malaysia. (2021). My Local Stats Hilir Perak, Perak 2020. https://www.perak.gov.my/images/menu_utama/ms/kerajaan_negeri/data_UPEN/MyLocalStatsPerak/Daerah/HilirPerak/MLSHilirPerak2020.pdf
- K. Krippendorff, Content analysis. An introduction to its methodology, third ed., SAGE Publication, 2013.
- Kamaluddin, K. A., Imran, M. S., & Yang, S. S. (2021). Development of Energy Benchmarking of Malaysian Government Hospitals and Analysis of Energy Savings Opportunities. *Journal of Buildings Performance*, 72-87. [page 72-87 - imran](#)
- Kamus Dewan. "Carian Umum." *Dbp.gov.my*, 2017, prpm.dbp.gov.my/cari1?keyword=siaga.
- Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) (2024), <https://www.moh.gov.my/index.php>
- Lahyani, A., Venet, P., & Troudi, A. (2021). Design of power sharing system between supercapacitors and battery in an uninterruptible power supply. In 2011 IEEE 33rd International Telecommunications Energy Conference (INTELEC) (pp. 1-7). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6099714>
- Lai, C., Grove, B. and Philip Daniels, S. (2005). Google Patents <https://patents.google.com/patent/US20110208777A1/en>
- Lee, S., Seon, J., Hwang, B., Kim, S., Sun, Y., & Kim, J. (2024). *Recent trends and issues of energy management systems using machine learning*. *Energies*, 17(3), 624. <https://doi.org/10.3390/en17030624>
- Leong, K.C. (2004). The essence of good facility management – A guide for maximization of facility assets' economic life and asset optimisation for reliable services and user satisfaction. *Buletin Ingenieur*. Vol. 24. pp. 7-19.
- Lim, Ir, et al. *Enhancing Compliance to MS IEC 60364 -Standards for Residential Wiring*. 2015.
- Lin, Y., Cheung, W and Siao, F. (2014). Developing mobile 2D barcode/RFID-based maintenance management system. *Automation in Construction*, 37, pp. 110-121.
- Loosemore, M., Carthey, J., Chandra, V., & Mirti, A. (2010). Risk Management of Extreme Weather Events: A Case Study of Coffs Harbour Base Hospital, Australia. *Management*, 1239, 1246.
- Lopez, R., & Rose, A. (2025). *Review and concepts on how construction and facilities management can utilize barcode and QR code technology to access documents onsite*. *Procedia Computer Science*, 253, 1313-1322.
- Mason, M. (2010). Sample Size and Saturation in PhD Studies Using Qualitative Interviews. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 11(3). <https://doi.org/10.17169/fqs-11.3.1428>
- Mattos, K. 2024. Sistem Pengurusan Tenaga: Mengoptimumkan Kecekapan dan Kemampanan. <https://pvplive.net/ms/energy-management-systems-optimizing-efficiency-and-sustainability/>
- Mohd Aslah, A., et al. (2022). *Title of the article. Research in Management of Technology and Business*, 3(1), 406-416. <https://penerbit.uthm.edu.my/periodicals/index.php/rmtb/article/view/7109>
- Mohd Yusof, M. F., Mohd Ali, M. S., & Mohd Yusof, M. A. (2009). Penyelenggaraan sistem pendawaian elektrik di bangunan kediaman: Kajian kes di sekita Batu Pahat, Johor. *Jurnal Teknologi*, 5(1), 77-88. <https://penerbit.uthm.edu.my/ojs/index.php/ITS/article/view/316/195>
- Nanji, N. (2022). *Power cuts in South Africa wreak havoc on health care*. Think Global Health. [Power Cuts in South Africa Wreak Havoc on Health Care | Think Global Health](#)
- Nti, I. K., Teimeh, M., Nyarko-Boateng, O., & Adekoya, A. F. (2020). *Electricity load forecasting: A systematic review*. *Journal of Electrical Systems and Information Technology*. <https://doi.org/10.1186/s43067-020-00021-8>
- Olawin, D (2024). UCH terputus hubungan kerana hutang N400m- Ibadan DisCo. Punch. <https://punchng.com/uch-disconnected-over-n400m-debt-ibadan-disco/>
- Pandey, P., & Pandey, M. M. (2021). *Research methodology tools and techniques*. Bridge Center
- Patrick, Eleanor Michelle. "Perkhidmatan Dewan Bedah Di HQE Ditunda Ekoran Gangguan Elektrik." *Astro Awani*, Awani, 20 Apr. 2022, www.astroawani.com/berita-malaysia/perkhidmatan-dewan-bedah-di-hqe-ditunda-ekoran-gangguan-elektrik-357840.
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.

- Portal Berita RTM (2024), "Dewan bedah Pusat Jantung HSIS ditutup sementara waktu akibat gangguan sistem elektrik." <https://berita.rtm.gov.my/senarai-berita-nasional/senarai-artikel/dewan-bedah-pusat-jantung-hsis-ditutup-sementara-kerana-gangguan-sistem-elektrik/>
- Quadri Saka, S., Oyedepo, S., & Olanipekun, A. (2024). A Review of Effective Energy Utilization and Optimization in Hospital Buildings – Environmental and Economic Benefits. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 21, 44-52. [H2106014452.pdf](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1811111/v1)
- Rabbani, A. (2023, June 6). *8 unit stor kuarters Hospital Teluk Intan terbakar*. Astro Awani; Awani. <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/8-unit-stor-kuarters-hospital-teluk-intan-terbakar-422738>
- Rahman, M. M. (2023). Sample size determination for survey research and non-probability sampling techniques: A review and set of recommendations. *Journal of Entrepreneurship, Business and Economics*, 11(1), 42-62.
- Ringgit, Margaret (2019). "Faulty Transformer Causes Power Outage at Miri Hospital | Sarawak Tribune." *New Sarawak Tribune*, 3 Apr. 2019, www.sarawaktribune.com/faulty-transformer-causes-power-outage-at-miri-hospital/.
- Roflin, E., & Liberty, I. A. (2021). *Populasi, Sampel, Variable dalam Penelitian Kedokteran*. Penerbit NEM: <https://books.google.co.id/books?id=ISYrEAAAQBAJ>
- Royal College of Anaesthetists & Association of Anaesthetists. (2020). *Safe drug management in anaesthetic practice*. Royal College of Anaesthetists. [StorageDrugs2016.pdf](https://www.rcoa.ac.uk/~/media/Assets/Storage/StorageDrugs2016.pdf)
- Sapri, M. & Baba, M. (2008). *Penyumberan Luar Dalam Pengurusan Fasilitas*. Skudai: Universiti Teknologi Mara
- Sinar Harian. "Gangguan Elektrik Di HQE: 28 Pembedahan Bukan Kecemasan Ditunda | Sinar Harian." *Sinar Harian*, 20 Apr. 2022, www.sinarharian.com.my/article/198867/berita/semasa/gangguan-elektrik-di-hqe-28-pembedahan-bukan-kecemasan-ditunda.
- Sommerstad, Kris. "How Heat Flow Governs Cable Ampacity." *Electrical Business Magazine*, Dec. 2018, www.ebmag.com/how-heat-flow-governs-cable-ampacity-20582/?utm_source.
- Steelman, L. A, Levy, P., & Snell, A. F. (2004). The Feedback Environment Scale (FES): Construct Definition, Measurement, and Validation. *Education and Psychological Measurement*, 64(1), 165–184.
- Sulasno. 2009. *Teknik Konversi Energi Listrik dan Sistem Penagaturan*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Suruhanjaya Tenaga (2017). *Laporan Prestasi Industri Bekalan Elektrik Malaysia*
- Suruhanjaya Tenaga Malaysia. (2017). *Manual Amalan Elektrik Selamat dan Panduan Pemantauan Sistem Elektrik*. Putrajaya: Suruhanjaya Tenaga.
- Suruhanjaya Tenaga. (2016). *Akta Bekalan Elektrik 1990 (Akta 447): Teks cetakan semula yang dikemaskini sehingga 1 Julai 2016*. <https://www.st.gov.my/contents/2020/AKTA/Electric/Akta%20447%20-%20Akta%20Bekalan%20Elektrik%201990.pdf>
- Taylor, SJ dan R Bogdan. 1984. *Introduction to Qualitative Research Methods: The Search for Meanings*. Second Edition. John Wiley and Sons. Toronto.
- Tharo, Z., Tarigan, A. D., & Pulungan, R. (2018). Pengaruh pemakaian beban tidak seimbang terhadap umur peralatan Listrik. RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro, 1(1), 10-15. file:///C:/Users/User/Downloads/2256-3971-1-PB.pdf
- The Business Standard. (2022). *Grid failure: Hospitals fear service disruption in case of longer outage*. The Business Standard. [Grid failure: Hospitals fear service disruption in case of longer outage | The Business Standard](https://www.thebusinessstandard.com/news/india/grid-failure-hospitals-fear-service-disruption-in-case-of-longer-outage)
- Tladi, K. (2012). *Evaluating the Facility Manager's Role in Project Design*. Johannesburg: University of the Witwatersrand, pp. 1-101
- Unnip (2022). "Kerosakan Kabel Bawah Tanah Punca Gangguan Elektrik Di HQE - Deasoka." *Deasoka*, 20 Apr. 2022, deasoka.com/2022/kerosakan-kabel-bawah-tanah-punca-gangguan-elektrik-di-hqe/semasa/.
- Utusan Borneo. "Hospital Miri Alami Gangguan Elektrik." *Utusanborneo.com.my*, 3 Apr. 2019, www.utusanborneo.com.my/2019/04/03/hospital-miri-alami-gangguan-elektrik.
- Utusan Malaysia. "Doktor, Pesakit Bergelap Akibat Bekalan Elektrik Terputus Di Hospital Al-Aqsa." *Utusan Malaysia*, 24 May 2024, www.utusan.com.my/berita/2024/05/doktor-pesakit-bergelap-akibat-bekalan-elektrik-terputus-di-hospital-al-aqsa/.

- Wacker G., and Billinton R. (1989), "Customer cost of electric service interruptions." *Proceedings of the IEEE*. 1989 Jun, 77(6), pp.919- 30.
- Wang, Y., Billinton, R., & Patry, G. (2007). Reliability worth assessment of backup electricity supply systems in health care facilities. *Reliability Engineering & System Safety*, 82(4), 530-538.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0951832006002493>
- Webmaster Hospital Tawau. "Unit Kejuruteraan." *Moh.gov.my*, 15 Apr. 2023, jksabah.moh.gov.my/hspn/index.php/perkhidmatan-disediakan/pengurusan-hospital/unit-kejuruteraan.
- World Health Organization (WHO), 2014. Safe Hospitals in Emergencies and Disasters: Structural, Non-structural and Functional Indicators. WHO
- Yusoff (2024). Automasi pengagihan pastikan operasi bekalan elektrik lestari.
<https://www.tnb.com.my/assets/newsclip/22112024a.pdf>