

APLIKASI SISTEM MAKLUMAT GEOGRAFI (GIS) DALAM MENENTUKAN KEBOLEHUPAYAAN PEJALAN KAKI TERHADAP KEBOLEHTERSAMPAIAN DI BANDARAYA BERSEJARAH MELAKA

Mohd Sahrul Syukri Yahya, Edie Ezwan Mohd Safian

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

Email: shahrulm016@gmail.com

ABSTRAK

Kebolehpayaan pejalan kaki ialah satu kajian disiplin ilmu yang meluas terhadap kebolehtersampaian tanpa menggunakan mod pengangkutan berteraskan motor. Kajian ini dijalankan di kawasan bersejarah iaitu Bandaraya Melaka yang mempunyai pelbagai akses dan aktiviti pelancongan. Kaedah yang digunakan ialah analisis rangkaian dan proses hierarki analitik berasaskan aplikasi sistem maklumat geografi (GIS) sebagai platform data ruangan utama yang dapat menentukan skor akses kebolehpayaan pejalan kaki di kawasan kajian. Empat parameter digunakan iaitu pemboleh ubah perhubungan jalan raya, guna tanah, tempat kediaman dan bangunan komersial atau sejarah. Hasil kajian yang dijalankan dapat menunjukkan peratusan skor kawasan yang mempunyai keupayaan berjalan kaki yang tinggi, sederhana dan rendah. Selain itu, penggunaan GIS dan data walk score dapat menentukan bahawa lokasi Bandar Hilir merupakan kawasan yang sangat tinggi 'walkability' dan akses yang sempurna. Oleh hal yang demikian, kajian ini dapat memberikan impak positif kepada perancang bandar yang lestari dari segi ekonomi, alam sekitar dan reka bentuk bandaraya tanpa penggunaan kenderaan bermotor.

Kata kunci: *Sistem Maklumat Geografi (GIS), Kebolehtersampaian, Kebolehpayaan pejalan kaki, Pengangkutan, Parameter.*

DETERMINING WALKABILITY ON ACCESSIBILITY IN MALACCA HISTORICAL CITY USING A GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) APPLICATION

ABSTRACT

Walkability is the study of carrying out knowledge and associating it with accessibility in a manner that does not require the use of motorized transportation. This research is carried out in Malacca, which is known as a historical city and features a wide variety of accessible activities and tourist attractions. Network analysis and analytical hierarchy processing carried out by Geographic Information Systems (GIS) are the methods that are utilized in order to ascertain walkability scores for that particular region. Connectivity, land use, dwelling density, and the presence of commercial or historical buildings are the four characteristics that were taken into consideration for this study. The findings of this investigation indicate that a certain percentage of the total score falls into one of three categories: high, medium, or low. On the other hand, the use of GIS and the walk score can demonstrate that Bandar Hilir has excellent access and a very high level of walkability. In addition to that, Geographic

Information Systems (GIS) may evaluate a good beneficial impact to sustain town planning, including economic, environmental, and urban design, without the use of motor vehicles.

Keywords: *Geographic Information System (GIS). Accessibility, Walkability, Transportation, Parameter.*

PENGENALAN

Bandaraya Melaka merupakan negeri yang terletak di perairan Selat Melaka dan mempunyai potensi pelancongan yang baik di dalam negara Malaysia. Bandaraya Melaka telah diiktiraf sebagai Bandaraya bersejarah oleh UNESCO dan dipilih sebagai negeri pertama dinobatkan sebagai bandar berjalan kaki atau 'walkable city' oleh walk score (Hasan et al., 2022). Oleh hal yang demikian, pengiktirafan ini telah menjadikan Melaka sebagai bandar lestari yang mampu meningkatkan kebolehpayaan pejalan kaki dan kemudahan akses ke sesuatu lokasi dengan wujudnya laluan pejalan kaki. 'Walk Score' telah meletakkan negeri Melaka sebagai tangga pertama dalam pencapaian 'Walkable City' diikuti Georgetown (Pulau Pinang), Kuala Lumpur, Ipoh (Perak), Kuching (Sarawak) dan Putrajaya. Melaka yang berada di tangga teratas mencapai skor paling tinggi dengan pencapaian sebanyak 86 skor. Kebolehpayaan pejalan kaki merupakan satu aktiviti yang sihat dan mod pengangkutan lestari kerana dapat mengurangkan kesesakan lalu lintas, meningkatkan kehijauan alam sekitar, dan memelihara alam sekitar daripada pencemaran.

Hassan et al., (2022) menghuraikan beberapa kriteria perlu dicapai oleh negeri dalam menerima gelaran 'Walkable City' antaranya akses mudah kepada pelbagai pengangkutan awam, Kehijauan dan landskap berlorek di sepanjang kaki lima, jalan disediakan dengan lintasan pejalan kaki bertanda bagi memperlakan dan memberi amaran kepada pemandu serta pelbagai lagi. Kebolehpayaan pejalan kaki dapat membantu pengguna termasuk orang kurang upaya (OKU) dalam menjalankan aktiviti seharian mereka. Kajian yang dijalankan oleh Jaafar et al., (2017) di Jalan Hang Jebat di Bandaraya Bersejarah sebagai destinasi laluan pejalan kaki kurang akses kepada pengguna OKU. Berdasarkan pemerhatian oleh pengkaji lain, mendapati bahawa keupayaan pejalan kaki aktif di sekitar kaki lima sepanjang Sungai Melaka, Kota A Famosa dan Jalan Jonker. Hal ini demikian kerana, pada waktu malam tempat tersebut menjadi tarikan utama para pelancong. Pelancong beranggapan bahawa aktiviti berjalan kaki merupakan aktiviti yang menjimatkan dan bersih yang memberikan sumbangan kepada pembangunan ekonomi dan kesihatan (Amado et al., 2013).

Penggunaan aplikasi sistem maklumat geografi (GIS) dalam pemetaan kebolehpayaan pejalan kaki dapat memberikan gambaran yang lebih jelas wujudnya kawasan yang baik untuk aktiviti pejalan kaki dan menjadi garis panduan untuk orang ramai. GIS dapat menilai indeks dan tahap kebolehpayaan pejalan kaki (Maghelal et al., 2011). Kebolehpayaan pejalan kaki dapat juga mengukur kebolehtersampaian ke satu lokasi ke lokasi yang lain yang dapat menjimatkan masa, tenaga dan kos. Selain itu juga, aktiviti berjalan kaki dapat mengubah kualiti kehidupan seseorang dan merancang kepada pembangunan yang lestari. Oleh itu, inovasi dalam bidang geo-ruangan yang melibatkan kebolehpayaan pejalan kaki dan kebolehtersampaian merupakan aspek yang berkait rapat dalam perancangan bandar dan memberikan perkhidmatan terbaik untuk kegunaan masa akan datang (Gargiulo et al., 2021). Kebolehtersampaian dan perhubungan merupakan aspek yang penting dalam pengurusan pengangkutan di bandar (Dinda et al., 2018). Secara tidak langsung, kedua-dua aspek ini dapat memberikan aktiviti

berjalan kaki sebagai mod pengangkutan utama berdasarkan jarak yang munasabah (D'Orso & Migliore, 2018).

KAJIAN LITERATUR

Terdapat pelbagai kajian yang dijalankan oleh penyelidik terhadap kebolehpayaan pejalan kaki di peringkat global dan lokal. Aktiviti berjalan kaki ini sering kali dikaitkan dengan aktiviti fizikal termasuk kesihatan (Nazem, 2013). Esri (2012) mendefinisikan kebolehpayaan pejalan kaki sebagai satu tahap keberkesanan dalam mempromosikan aktiviti berjalan kaki dan berbasikal sebagai alternatif penggunaan kereta untuk ke sesuatu lokasi seperti pusat membeli belah, sekolah atau destinasi tertentu. Organisasi Kesihatan Dunia (OKD) menyatakan bahawa kebolehpayaan pejalan kaki dapat mempromosikan kesihatan, keselamatan dan kecergasan, menghalang obesiti dan kelestarian alam. Horák et al., (2022) mengkaji kebolehpayaan pejalan kaki terhadap gaya hidup dan kesihatan bagi menghalang penyakit kronik yang menggunakan kaedah GIS sebagai platform ruangan.

Malaysia merupakan sebuah negara yang membangun telah mengambil inisiatif dan mempraktikkan amalan kebolehpayaan pejalan kaki terutama di negeri-negeri yang maju dari segi fasiliti dan aksesibiliti yang baik. Inisiatif ini diamalkan adalah untuk menyelesaikan masalah kualiti kehidupan terutama di kawasan bandar yang sememangnya mengalami masalah pengangkutan seperti kesesakan lalu lintas, peningkatan kemalangan jalan raya dan seterusnya masalah pencemaran (Shah et al., 2010).

Kajian oleh Ujang & Muslim (2015) memfokuskan kepada aspek tarikan lokasi pelancongan utama di Kuala Lumpur. Pelancong luar menggunakan aktiviti berjalan kaki secara aktif kerana wujud kesesakan lalu lintas yang amat ketara di kawasan bandar. Kebolehpayaan pejalan kaki dapat memberikan pengalaman yang bermakna kepada pelancong luar untuk menikmati keindahan alam semula jadi, budaya dan sejarah di Kuala Lumpur. Terdapat juga kajian yang dijalankan oleh Yahya & Samat (2020) di kawasan tarikan pelancongan dan tapak warisan dunia (TWD) iaitu sekitar GeorgeTown, Pulau Pinang yang mempunyai potensi kebolehpayaan pejalan kaki yang baik. Kedudukan yang strategik dan berpusat di tengah-tengah bandar telah mengubah bandar tersebut menjadi bandar yang sibuk dengan pelancong luar dan domestik

Pelbagai kaedah yang digunakan bagi mengukur kebolehpayaan pejalan kaki khususnya di peringkat lokaliti dengan memberikan skor penilaian atau indeks yang menunjukkan kualiti terbaik. Kajian oleh Shah et al., (2010) pula menekankan konsep P-indeks iaitu memberi fokus kepada empat indikator utama termasuk mobiliti, keselamatan, fasiliti dan aksesibiliti. Hasil daripada penilaian tersebut, wujud lima kelompok atau bahagian yang dapat membezakan setiap peringkat kebolehpayaan pejalan kaki di kawasan kajian yang dijalankan. Terdapat juga pengkaji yang mengelaskan empat faktor utama dalam menentukan pengukuran kebolehpayaan pejalan kaki iaitu kepadatan penduduk yang tinggi, kepelbagaian penggunaan guna tanah, keberdekatan tempat menarik, dan jaringan perhubungan jalan raya (Leslie et al., 2005; Fang et al., 2015; Qureshi et al., 2022). Pentella (2009) menyatakan bahawa terdapat lima pembolehubah bagi menilai kebolehpayaan pejalan kaki iaitu kepadatan residensi, pengangkutan awam, perhubungan jalan, jenayah dan kepelbagaian guna tanah. Manakala kajian oleh Qureshi et al., (2022) yang dijalankan di Putrajaya mendapati bahawa Presint 18 merupakan kawasan kebolehpayaan pejalan kaki yang tinggi diikuti Presint 9 dan 8. Selain itu, Telega et al., (2021) pula menggunakan aplikasi GIS dalam menentukan kebolehpayaan

pejalan kaki berdasarkan kepada peta kepadatan sesuatu kawasan dengan menggunakan sumber data terbuka. Nilai kepadatan setiap lokasi yang diperoleh dalam bentuk titik dan poligon kemudiannya di analisis menggunakan kaedah kepadatan kernel dan kepadatan garisan. Pengkelasan ini dibuat berdasarkan kepada faktor lokasi seperti pengangkutan awam, taman dan rekreasi, kemudahan awam, dan kedai runcit serta faktor infrastruktur jalan raya.

Pendekatan GIS dalam menilai kebolehtersampaiannya ke sesuatu lokasi seperti kemudahan awam iaitu pengangkutan awam, kedai, bank, restoran, pasar raya, taman rekreasi dan sebagainya berdasarkan kepada analisis corak taburan ruangan dengan menggunakan kaedah analisis rangkaian (Javed et al., 2013). Penentuan kebolehtersampaiannya ini diambil kira berdasarkan piawai masa berjalan kaki iaitu sekitar 60-meter dalam masa satu minit dari tempat kediaman atau lokasi utama ke destinasi yang ingin dituju. Kaedah analisis penampakan lebih kurang 0.5 batu digunakan bagi mendapatkan corak taburan ruangan yang wujud di sekitar kawasan kajian yang diambil.

Walau bagaimanapun, terdapat kajian yang dijalankan oleh Duncan et al., (2013) dan Horák et al., (2022) dengan membuat pengesahan melalui 'walk score' sebagai alat yang sesuai untuk mengukur kebolehpelayanan pejalan kaki di kawasan yang mempunyai kepadatan dari segi perniagaan, ruang rekreasi awam, persimpangan jalan, penduduk dan tempat berhenti. Kajian beliau mengambil kira aspek analisis penampakan berdasarkan kepada dua jarak yang berbeza iaitu 400 meter dan 800 meter. Penilaian 'walk score' ini dinilai berdasarkan kepada alamat yang dinyatakan iaitu dengan jarak penampakan rangkaian seperti 400-meter, 800-meter dan 1600 meter (Duncan et al., 2011). Hinckson et al., (2017) pula menggunakan pendekatan jarak yang berlainan iaitu 500 meter dan 1000 meter. Dapatan kajian yang dijalankan mendapati bahawa keberadaan kawasan perniagaan dan jalan mempunyai keupayaan berjalan kaki yang tinggi.

Secara kesimpulannya, penentuan aplikasi GIS dalam menilai keupayaan pejalan kaki boleh dikategorikan kepada dua iaitu pengiraan kepadatan seperti residensi, guna tanah, perhubungan dan akses serta pengiraan jarak berdasarkan satu lokasi ke lokasi yang lain (Ribeiro & Hoffmann, 2018; Welianje et al., 2020).

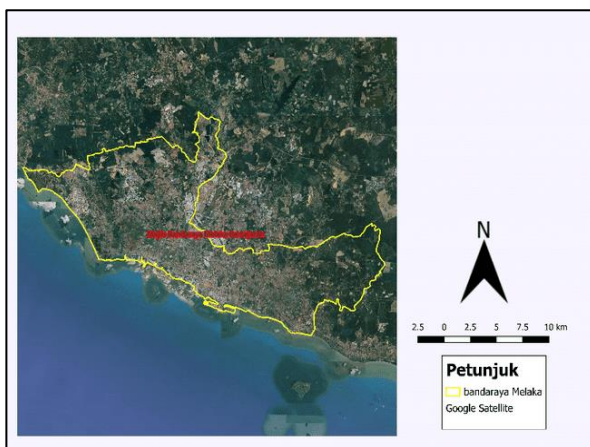
METODOLOGI KAJIAN

Metodologi kajian yang dijalankan berdasarkan kepada pembolehubah dan parameter data geospasial yang diperoleh melalui 'Open Street Map' (OSM), data 'google map', data imej satelit dan populasi penduduk. Pada tahun 2021, jumlah penduduk di Melaka adalah seramai 1,004.5 ribu orang (Jabatan Perangkaan Malaysia, 2022). Statistik pelancongan yang diterima oleh negeri Melaka melalui pelawat domestik adalah seramai 3.9 juta orang dan 1.0 juta pelancong luar (Jabatan Perangkaan Malaysia, 2022). Pemilihan lokasi kajian iaitu negeri Melaka sebagai destinasi utama pelancongan dan mempunyai keunikan yang pelbagai khususnya dari segi reka bentuk bangunan lama yang mempunyai nilai sejarahnya, kepelbagaian budaya dan terletak di kawasan strategik iaitu di Selat Melaka (Shamsuddin et al., 2010, Rahman et al., 2012). Melaka juga mempunyai pelabuhan yang (gunakan perkataan yang sesuai) Pengiktirafan UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) untuk tapak warisan di Melaka pada tahun 2008 telah membabitkan kawasan seluas 288.1 hektar meliputi dua kawasan iaitu zon teras dan zon penampakan. Zon teras seluas 45.3 hektar termasuk kawasan sekitar Bukit St. Paul serta Jalan Tun Tan Cheng Lock,

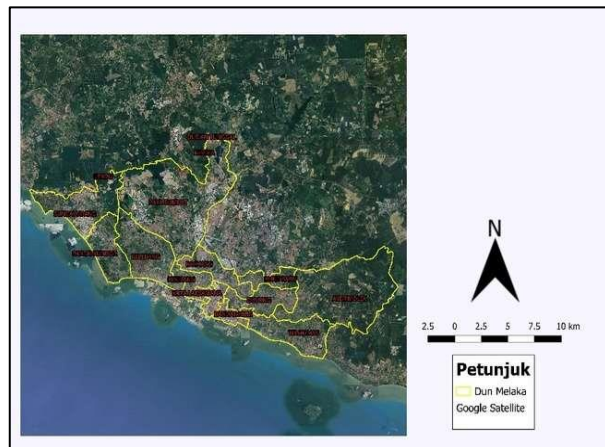
Kampung Morten, Jalan Hang Jebat (Jonker Walk) serta beberapa batang jalan lain hingga Jalan Kampung Pantai (Zainol et al., 2013, Bernama, 2022). Zon penampakan pula seluas 242.8 hektar yang terletak di sekitar Jalan Merdeka, Jalan Kota Laksamana, Jalan Munsyi Abdullah, kampung Banda Kaba serta beberapa kawasan lain termasuk Bukit Cina (Solihah Mustafa et al., 2015). Koordinat Melaka terletak di latitud 02 11 22 Utara dan longitud 102 15 00 Timur. Keseluruhan keluasan negeri Melaka dianggarkan seluas 166 047 hektar. Manakala Bandaraya Melaka pula menjadi tapak warisan dunia yang mempunyai keunikan artifak dan arkeologi termasuklah kawasan yang berdekatan dengan Bukit St Paul's seperti Muzium Sejarah Stadthuys, Muzium Kerajaan Demokratik, Galeri Cheng Ho, Muzium

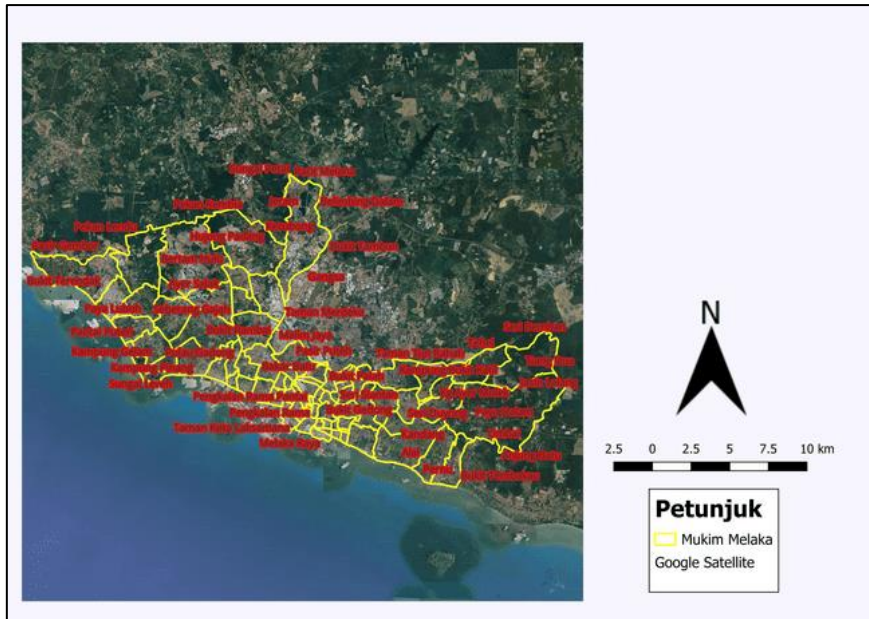
Sastera, Muzium Senibina, Muzium Islam, Muzium UMNO, Muzium Etnografi, Muzium Layang-layang, Muzium Setem, Rumah Benteng, Muzium Dunia Baru Dunia Islam, A'Famosa, pokok Melaka, Tapak Peringatan Pengisytiharan Kemerdekaan, Taman Peringatan Bandar Sejarah, Istana Sultan Melaka, Kubur Belanda, Muzium Gabenor dan Bukit St Paul's. Bandar Hilir Melaka menjadi mercu tanda bagi tarikan pelancong dan warga tempatan yang mempunyai identiti sejarah serta kawasan pembangunan yang pesat. Kewujudan Menara Taming Sari, Dataran Pahlawan Melaka, Muzium Samudera dan Mahkota Parade telah menjadi tarikan utama aktiviti pelancongan di negeri Melaka –lengkapkan ayat (Hussain et al., 2014). Negeri Melaka mempunyai empat Pihak Berkuasa Tempatan (PBT), 28 Dun dan 211 Mukim. Rajah 1, 2 dan 3 menunjukkan peta PBT, Dun dan Mukim.

Rajah 1: Peta PBT di Negeri Melaka



Rajah 2: Peta Dun di Negeri Melaka





Rajah 3: Peta Mukim di Negeri Melaka

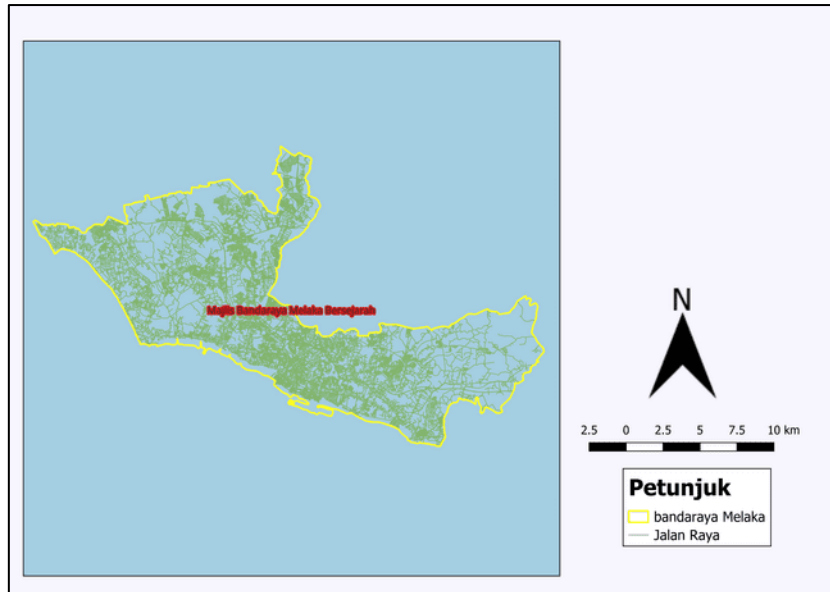
Pengukuran kebolehpayaan pejalan kaki dapat dikategorikan kepada lima tahap iaitu sangat tinggi, tinggi, sederhana, rendah dan sangat rendah (McGrath et al., 2016). Kelima-lima tahap ini dapat mempamerkan tingkah laku dan gaya hidup masyarakat dalam mempromosi aktiviti berjalan kaki. De Siqueira et al., (2023) menggunakan skor indeks kebolehpayaan pejalan kaki dari rendah ke tinggi.

Parameter yang digunakan

Terdapat empat parameter yang digunakan untuk menilai dan mengukur kebolehpayaan pejalan kaki di Bandaraya Melaka sebagai kawasan utama aktiviti berjalan kaki (Frank et al., 2010). Persekitaran binaan kejiranan berdasarkan pangkalan data GIS dengan perisian QGIS 3.18 (Badland et al., 2009; Hinckson et al., 2017).

1) Kepadatan perhubungan jalan raya

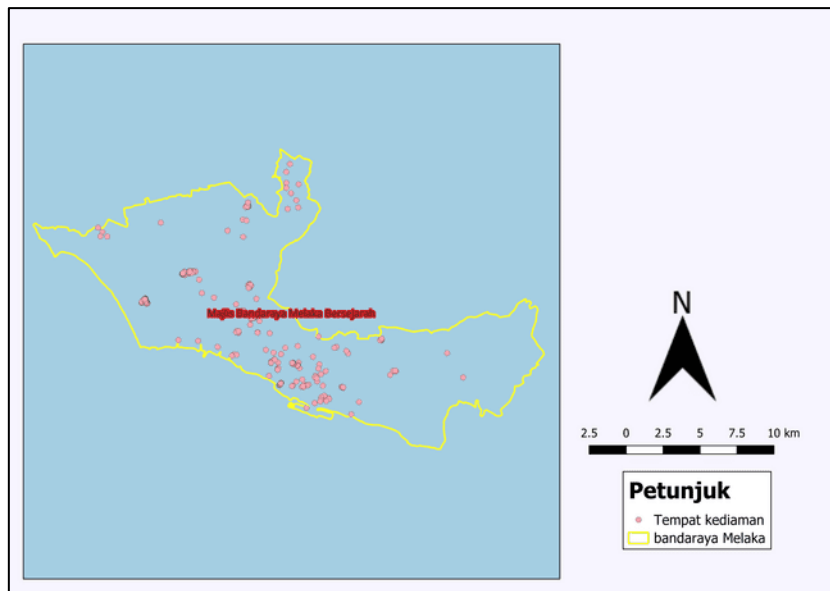
Parameter ini dinilai berdasarkan kepada kepadatan persimpangan, bilangan persimpangan per kilometer persegi. Persimpangan jalan raya diperoleh daripada sumber data terbuka seperti OSM. Kepadatan perhubungan jalan raya ini dinilai berdasarkan lima output dari tinggi ke rendah. Penilaian ini dilihat berdasarkan kepada bilangan persimpangan jalan yang mempunyai tiga atau lebih dari arah yang berbeza. Semakin tinggi kepadatan perhubungan jalan raya, semakin baik perjalanan antara tempat tinggal, kedai dan tempat kerja. Rajah 4 menunjukkan vector jalan raya di negeri Melaka.



Rajah 4. Taburan Jalan Raya di Melaka

2) Kepadatan tempat kediaman / Penduduk

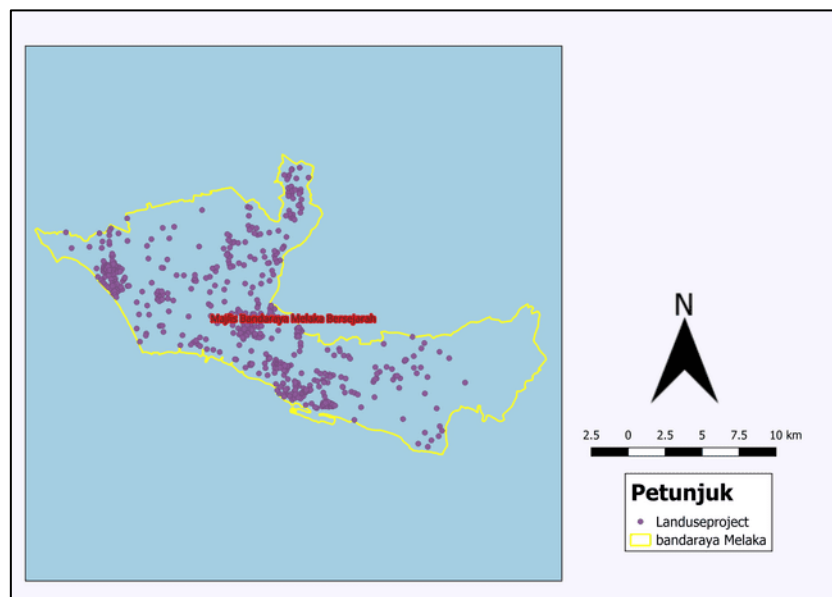
Kepadatan tempat kediaman diambil kira berdasarkan kepada pembahagian bilangan keluasan tanah residensi bagi setiap blok. Data tempat kediaman ini diperoleh daripada Jabatan Perangkaan Malaysia. Dalam kajian ini, setiap blok dianggap sebagai setiap sempadan atau mukim di negeri Melaka. Output yang dihasilkan dalam bentuk peringkat rendah ke tinggi. Rajah 5 di bawah menunjukkan titik lokasi kediaman sekitar negeri Melaka.



Rajah 5. Taburan tempat kediaman di negeri Melaka

3) **Kepadatan kepelbagaian guna tanah**

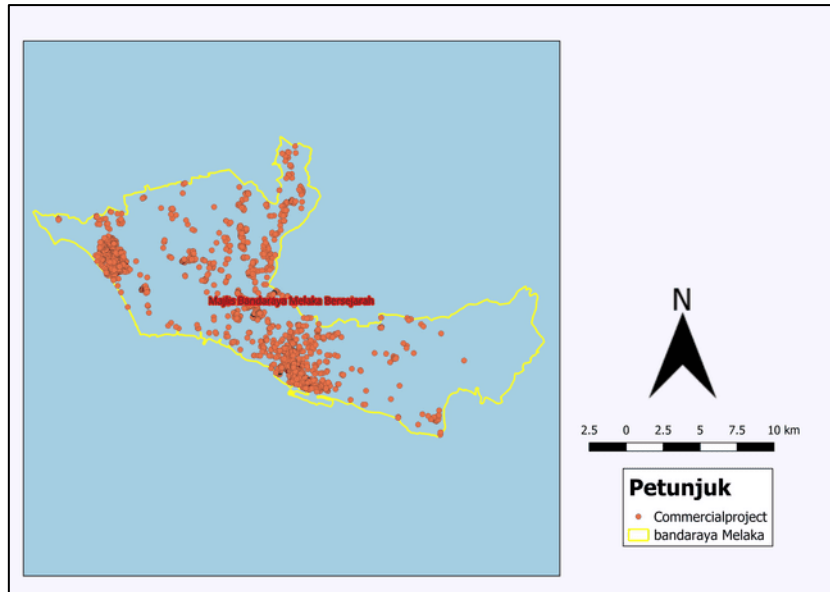
Faktor guna tanah menjadi aspek penting dalam menilai kebolehpayaan pejalan kaki di kawasan kajian. Antara guna tanah yang terlibat ialah komersial, residensi, industri, ruang awam, dan lain-lain. Kaedah yang digunakan dalam pengiraan ini ialah indeks entropi di mana 0 menunjukkan homogeniti guna tanah (kurang penggunaan tanah) dan 1 adalah heterogeniti (tinggi penggunaan tanah) (Leslie et al., 2007). Semakin banyak guna tanah di sesuatu kawasan dapat mempengaruhi dan menyokong aktiviti berjalan kaki untuk pelbagai tujuan. Kepadatan diwakili dengan lima tahap iaitu sangat rendah, rendah, sederhana, tinggi dan sangat tinggi. Rajah 6 menunjukkan peta taburan titik kepelbagaian guna tanah yang dapat digunakan untuk menganalisis.



Rajah 6. Peta taburan titik kepelbagaian guna tanah di negeri Melaka

4) **Kepadatan bangunan komersial / Sejarah**

Bangunan komersial yang wujud di lokasi kajian merupakan satu aspek dalam menilai kebolehpayaan pejalan kaki kerana pelawat domestik atau luar mudah untuk bergerak ke lokasi bangunan untuk keperluan. Bangunan yang ada di sekeliling dapat memberikan kemudahan akses dan tidak memerlukan kos yang tinggi. Rajah 7 menunjukkan peta yang mewakili bangunan komersial di lokasi kajian.



Rajah 7. Taburan Bangunan Komersial di Melaka

Keempat-empat parameter ini diintegrasikan menggunakan kaedah proses hierarki analitikal atau dikenali sebagai ‘analytical hierarchy process’ (AHP). Proses ini adalah berdasarkan hierarki yang memberi nilai keutamaan sesuatu parameter dan kriteria tertentu. Joo et al., (2011) mengaplikasikan kaedah AHP ini bagi membangunkan GIS web yang dapat menggambarkan keseluruhan pemetaan aktiviti berjalan kaki. Lee et al., (2013) menggunakan kaedah ini sebagai pendekatan dalam menilai aktiviti berjalan kaki di Seoul, Korea. Karim & Awawdeh et al., (2020) pula menggunakan kaedah AHP sebagai analisis keputusan pelbagai kriteria yang menilai aksesibiliti kesesuaian ruangan untuk meningkatkan kualiti kehidupan. 12 kriteria perkhidmatan diambil kira dengan menggunakan kaedah analisis rangkaian yang merangkumi perbezaan masa iaitu 5, 10 dan 15 minit.

Kesemua parameter ini ditukar ke dalam format raster yang terdiri daripada lima kategori. Kaedah anggaran kepadatan kernel atau ‘Kernel Density Estimation’ (KDE) di dalam perisian QGIS digunakan untuk mendapatkan anggaran output setiap parameter. Jarak jejari yang di set adalah 2000 meter dan 100 piksel. Setelah selesai analisis KDE dijalankan penentuan set pemberat mengikut keutamaan parameter iaitu 0.4, 0.3, 0.2 dan 0.1. Nilai ini digunakan di dalam ‘raster calculator’.

Metod ‘Walk Score’ digunakan untuk mengesahkan lokasi utama yang dikenalpasti bagi menilai kebolehpayaan pejalan kaki ke destinasi tertentu. Kaedah ini berdasarkan kepada jarak dari satu lokasi ke lokasi kemudahan yang lain. Pendekatan ‘Walk Score’ ini berdasarkan kepada kajian Carr et al., (2010) yang memfokuskan kepada jarak ke 13 kemudahan awam iaitu kedai keperluan asas, kedai kopi, restoran, bar, teater, sekolah, taman, perpustakaan, kedai buku, pusat kesihatan, farmasi, kedai peralatan dan perkakasan, serta kedai pakaian. ‘Walk Score’ ini dinilai mengikut peratusan dari 0 hingga 100. Jadual 1 menunjukkan senarai pemilihan lokasi tarikan pelancong yang dipilih di sekitar Bandaraya Melaka berdasarkan sumber Jabatan Ketua Menteri Melaka (2013).

Jadual 1. Senarai Lokasi Tarikan Pelancong yang Dipilih di Bandaraya Melaka

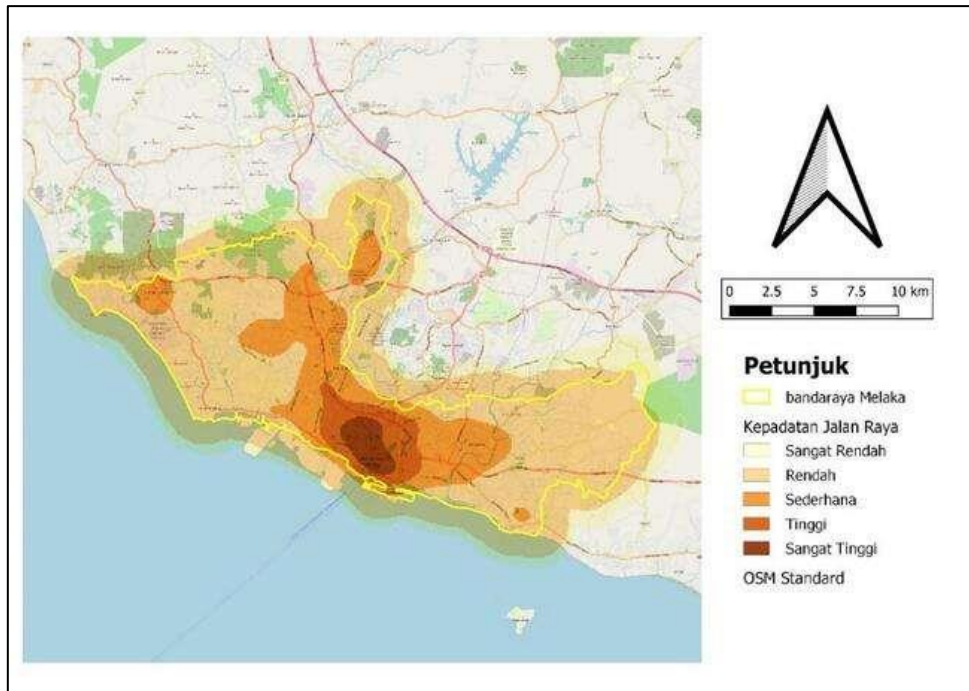
Kod Lokasi	Tarikan Pelancong	Lokasi (Berdasarkan Zon)
M1	Jonker Walk	Teras
M2	Gereja Stadthuys & Christ	Teras
M3	Gereja St. Francis Xavier	Teras
M4	Bukit St. Paul	Teras
M5	Runtuhan Bukit St. Paul	Teras
M6	Porta De Santiago (Kota A Famosa	Teras
M7	Chinese Hill (Bukit Cina)	Penampan
M8	Perigi Hang Li Poh (Perigi Diraja) dan Tokong Poh San Teng	Penampan
M9	Tokong Cheng Hoon Teng	Teras
M10	Jalan Tun Tan Cheng Lock	Teras
M11	Masjid Kampung Hulu	Teras
M12	Masjid Kampung Kling	Teras
M13	Rumah Lama Belanda	Teras
M14	Kuil Sri Poyyatha Vinayagar Moorthi	Teras
M15	Melaka River Cruise	Penampan
M16	Menara Taming Sari	Penampan
M17	Tapak Memperingati Pengisytiharan Kemerdekaan	Teras
M18	Kompleks Muzium Maritim* *seperti Muzium Maritim (Flor de La Mar), Muzium Maritim Fasa II, Muzium Tentera Laut Diraja Malaysia (TLDM)	Penampan
M19	Muzium Istana Sultan Melaka	Teras
M20	Muzium Warisan Baba dan Nyonya	Teras
M21	Melaka Duck Tours	Penampan
M22	Muzium Rakyat	Teras
M23	Muzium Islam Melaka	Penampan
M24	Galeri Pahlawan Cheng Ho	Teras
M25	Muzium Remaja Malaysia	Penampan
M26	Muzium Setem Melaka	Penampan
M27	Muzium Melayu dan Dunia Islam	Teras

Kesemua senarai lokasi ini dinilai menggunakan 'Walk Score' bagi membandingkan skor keupayaan pejalan kaki di kawasan tersebut. Jadi, metod ini dapat menggambarkan dalam bentuk peta tematik berdasarkan pangkalan data ruangan sama ada dalam bentuk imej vektor dan imej raster yang disenaraikan supaya dapat diinterpretasikan melalui format grafik (Ignaccolo et al., 2020).

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

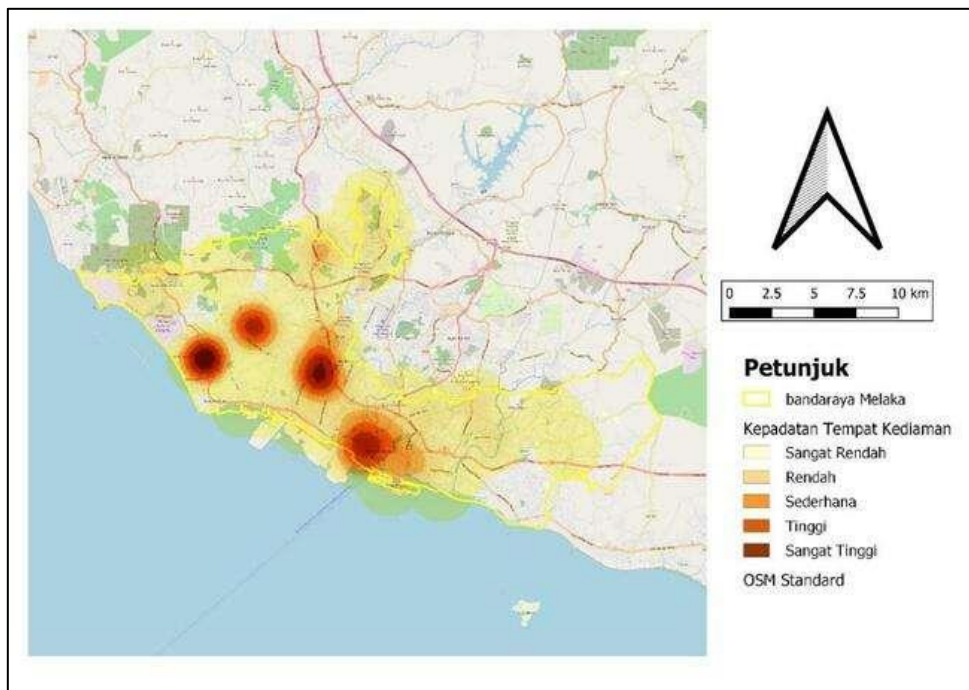
Selepas imej vektor dan raster bagi setiap parameter iaitu kepadatan perhubungan jalan, kepadatan tempat kediaman, kepadatan pelbagai guna tanah dan kepadatan bangunan komersial diproses menggunakan kaedah intergasi AHP dan GIS. Hasil keputusan dipamerkan dalam bentuk peta kepadatan pada rajah 8 hingga 11. Semua peta kepadatan ini diwakili dan ditafsir berdasarkan kepada lima peringkat iaitu, sangat tinggi, tinggi, sederhana, rendah dan sangat rendah.

Kepadatan Perhubungan Jalan Raya



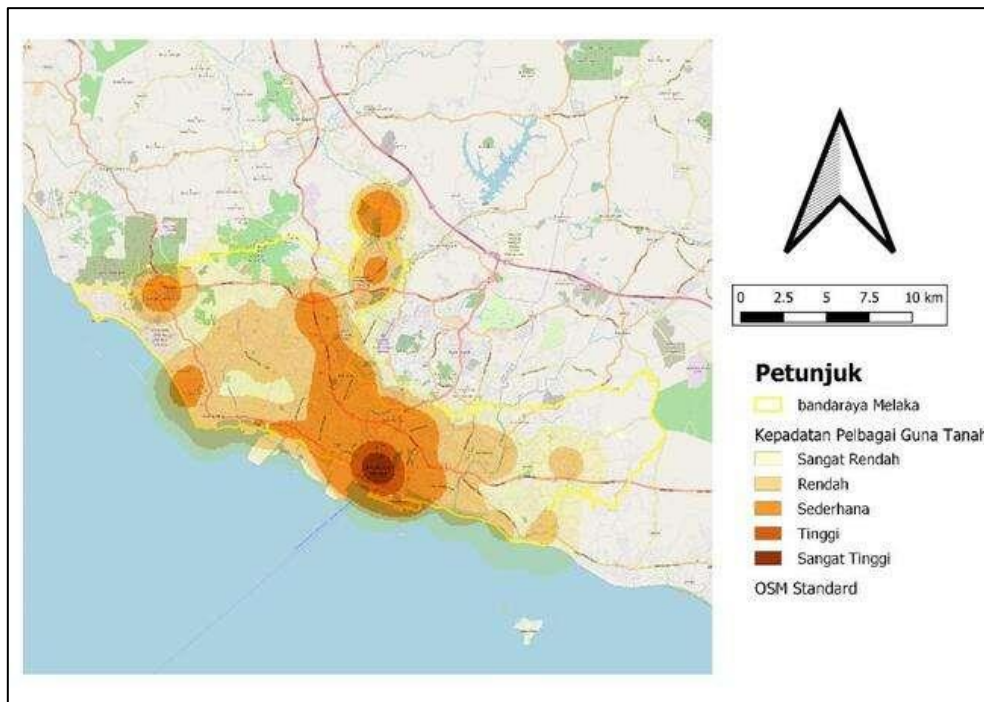
Rajah 8: Peta Kepadatan Jalan Raya

Kepadatan Tempat Kediaman / Penduduk



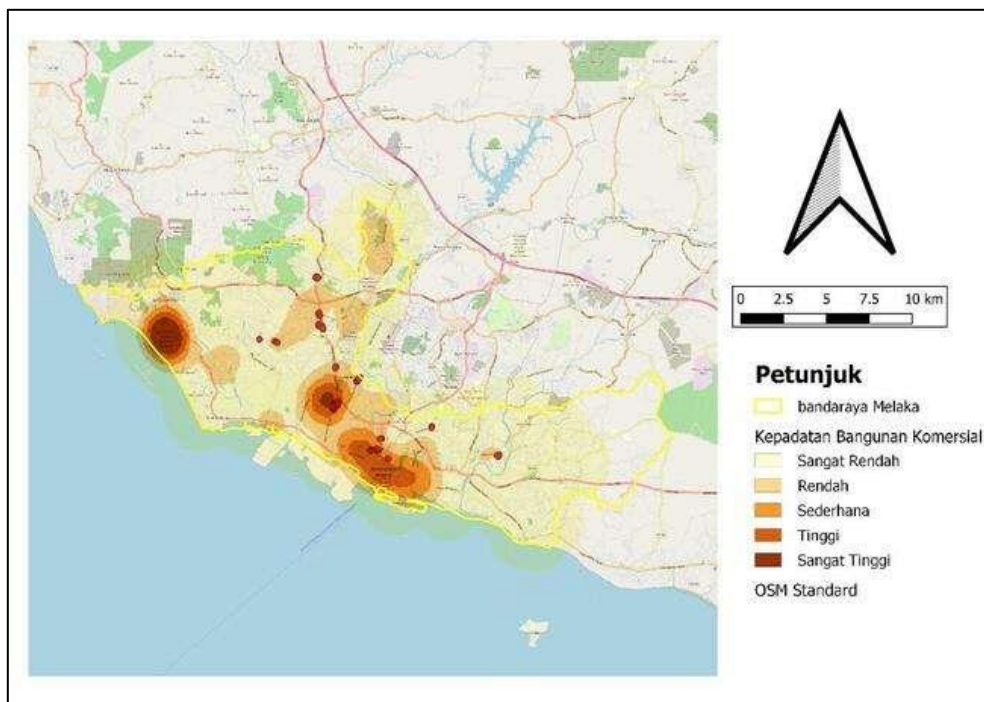
Rajah 9: Peta Kepadatan Tempat Kediaman / Penduduk

Kepadatan Pelbagai Guna Tanah



Rajah 10: Peta Kepadatan Pelbagai Guna Tanah

Kepadatan Bangunan Komersial / Bersejarah

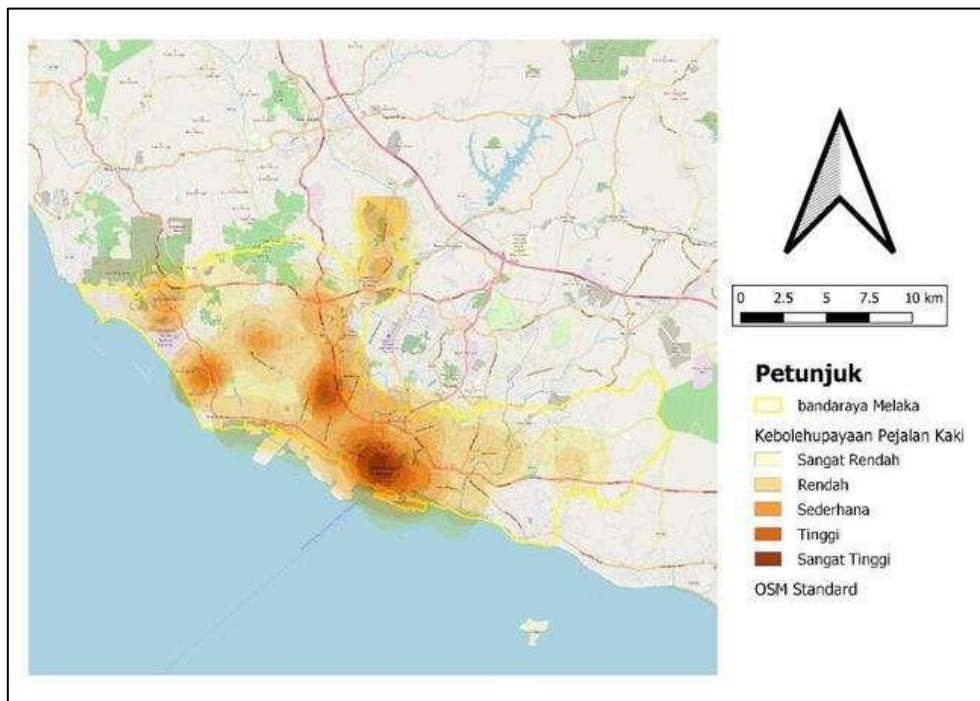


Rajah 11: Peta Kepadatan Bangunan Komersial / Sejarah

Output Kebolehpayaan Pejalan Kaki

Rajah 12 di bawah menunjukkan output akhir peta kebolehpayaan pejalan kaki di Bandaraya Melaka. Kawasan yang menjadi tumpuan bagi aktiviti berjalan kaki adalah di lokasi Bandar

Hilir yang mempunyai kepadatan dari segi bangunan komersial, tempat kediaman seperti rumah teres, pangsapuri dan rumah kedai, kawasan guna tanah yang pelbagai serta persimpangan jalan raya. Kesemua aspek ini memberikan nilai faktor yang baik.



Rajah 12: Peta Kebolehpayaan Pejalan Kaki di Bandaraya Melaka

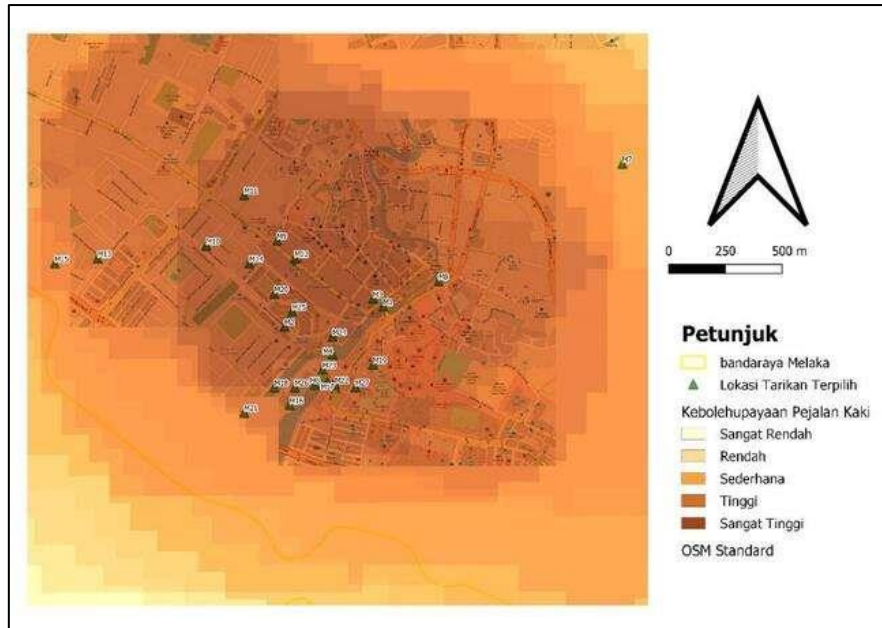
‘Walk Score’

Penilaian kebolehpayaan pejalan kaki boleh ditentukan melalui pendekatan ‘Walk Score’ mengikut lokasi tarikan pelancong berdasarkan zon teras dan penampakan. Jadual 2 menunjukkan peratusan ‘Walk Score’ yang telah diambil melalui laman sesawang walkscore.com mengikut lokasi yang ditetapkan. Tiga lokasi tarikan pelancongan yang mempunyai peratusan tertinggi iaitu di Masjid Kampung Kling, Rumah Lama Belanda dan Tokong Cheng Hong Teng. Ketiga-tiga lokasi ini mempunyai kedudukan yang strategik dan pelbagai akses. Peratusan ‘Walk Score’ yang terendah terletak di Perigi Hang Li Poh dan Tokong Poh San Teng iaitu 67 peratus kerana kedudukan yang jauh dari pusat bandar, kurang akses dari segi pengangkutan dan lain-lain.

Jadual 2: Senarai Peratusan ‘Walk Score’ mengikut Lokasi di Melaka

Kod Lokasi	Tarikan Pelancong	‘Walk Score’ (%)
M1	Jonker Walk	98
M2	Gereja Stadthuys & Christ	98
M3	Gereja St. Francis Xavier	98
M4	Bukit St. Paul	98
M5	Runtuhan Bukit St. Paul	98
M6	Porta De Santiago (Kota A Famosa	97
M7	Chinese Hill (Bukit Cina)	89
M8	Perigi Hang Li Poh (Perigi Diraja) dan Tokong Poh San Teng	67
M9	Tokong Cheng Hoon Teng	99
M10	Jalan Tun Tan Cheng Lock	97
M11	Masjid Kampung Hulu	97
M12	Masjid Kampung Kling	99
M13	Rumah Lama Belanda	99
M14	Kuil Sri Poyyatha Vinayagar Moorthi	98
M15	Melaka River Cruise	85
M16	Menara Taming Sari	97
M17	Tapak Memperingati Pengisytiharan Kemerdekaan	97
M18	Kompleks Muzium Maritim seperti Muzium Maritim (Flor de La Mar), Muzium Maritim Fasa II, Muzium Tentera Laut Diraja (TLDM)	97
M19	Muzium Istana Sultan Melaka	97
M20	Muzium Warisan Baba dan Nyonya	97
M21	Melaka Duck Tours	97
M22	Muzium Rakyat	97
M23	Muzium Islam Melaka	97
M24	Galeri Pahlawan Cheng Ho	98
M25	Muzium Remaja Malaysia	98
M26	Muzium Setem Melaka	98
M27	Muzium Melayu dan Dunia Islam	97

Rajah 13 menunjukkan proses penindanan menggunakan data lokasi tarikan dengan peta kepadatan kebolehpayaan pejalan kaki. Hasilnya mendapati bahawa kesemua 27 lokasi terletak di kawasan yang mempunyai tahap kebolehpayaan pejalan kaki yang tinggi. Kawasan ini merupakan kawasan yang mempunyai akses yang baik dari segi penginapan, pengangkutan dan pelbagai kemudahan lain. Lokasi tarikan ini yang mempunyai nilai sentimental yang telah mengubah pandangan pihak luar untuk fokus kepada pemeliharaan dan pemuliharaan dari segi bangunan dan struktur bandar yang selamat dan bersih.



Rajah 13: Peta Tindanan Data Lokasi Tarikan dan Data Kebolehpayaan pejalan kaki di Bandaraya Melaka

Rajah 14 dan 15 menunjukkan perbandingan kawasan yang mempunyai kebolehpayaan pejalan kaki dan aksesibiliti. Aktiviti berjalan kaki lebih tertumpu di kawasan yang mempunyai perhubungan jalan raya bagi memudahkan pergerakan atau mobiliti dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Rajah 14 dapat dirumuskan bahawa kawasan yang terlibat dikategorikan (murnikan ayat) kepada zon teras dan penampakan yang dikenali sebagai Tapak Warisan Dunia (TWD) di Bandaraya Melaka. Tempat bersejarah ini dapat dijadikan sebagai dimensi baru untuk mengekalkan jati diri sebuah artifak dan arkeologi untuk kegunaan pada masa akan datang. Walau bagaimanapun, Rajah 15 pula merujuk kepada lokasi yang mempunyai kawasan yang hijau, tanah lapang dan berbukit bukau. Keadaan ini menyukarkan untuk bergerak dari satu tempat ke tempat yang lain.

Penambahbaikan dari segi infrastruktur dan seni bina bandar dapat ditingkatkan dengan penghasilan peta kebolehpayaan pejalan kaki sebagai garis panduan. Selain itu, aspek pengangkutan yang menghubungkan antara satu sama lain juga perlu diambil kira supaya orang ramai mudah akses untuk ke sesuatu lokasi dengan cepat, mudah dan selamat.

KESIMPULAN

Rumusan kajian ini menunjukkan bahawa kebolehpayaan pejalan kaki di Bandaraya Melaka mempunyai nilai yang positif dan tinggi terutama yang seringkali berkait rapat dengan kebolehtersampaian dari satu lokasi ke lokasi tertentu. Mod pengangkutan yang sihat dan lestari ini secara tidak langsung dapat menyumbang kepada pelaksanaan, perancangan dan pengurusan bandar serta komuniti yang mesra alam. Berjalan kaki juga dapat memberikan faedah kepada aspek kesihatan dan pengangkutan dalam kelestarian bandar. Bandaraya Melaka mempunyai akses yang baik dari segi jalan raya, kemudahan infrastruktur, bangunan komersial dan sejarah, dan sebagainya. Pengiktirafan Bandaraya Melaka sebagai TWD dapat menarik pelancong datang untuk melawat. Elemen sejarah yang wujud juga telah meningkatkan aktiviti pelancongan dan pendapatan negeri. Seterusnya penggunaan aplikasi GIS dapat memberikan maklumat tepat dalam meningkatkan aktiviti berjalan kaki tanpa menggunakan pengangkutan

bermotor yang dapat meningkatkan kepada kesesakan lalu lintas dan seterusnya memberikan kesan kepada pencemaran alam sekitar.



Rajah 14: Lokasi Kebolehpayaan Pejalan Kaki tinggi Rajah 15: Lokasi Kebolehpayaan Pejalan Kaki rendah

RUJUKAN

- Bernama. (2023). Astroawani.com. <https://www.astroawani.com/berita-malaysia/melaka-perlu-rm50-juta-selenggara-tapak-warisan-dunia-unesco-369983>
- Amado, M., Freitas, J.C., Rodrigues, E., & Ribeiro, R. (2013). Walkability as a Strategy towards Inclusive Communities: Case of a Portuguese Small Town. *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 7, 594-600.
- Badland, H.M., Schofield, G.M., Witten, K., Schluter, P.J., Mavoa, S., Kearns, R., Hinckson, E., Oliver, M., Kaiwai, H., Jensen, V., Ergler, C.R., McGrath, L.J., & McPhee, J.C. (2009). Understanding the Relationship between Activity and Neighbourhoods (URBAN) Study: research design and methodology. *BMC Public Health*, 9, 224 - 224.
- Carr, L.J., Dunsiger, S.I., & Marcus, B.H. (2010). Validation of Walk Score for estimating access to walkable amenities. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 1144 - 1148.
- D'Orso, G., & Migliore, M. (2018). A GIS-based method to assess the pedestrian accessibility to the railway stations. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 10964 LNCS, pp. 19–30). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95174-4_2
- De Siqueira, G., Mabry, R.M., Al Siyabi, H., Adeel, A., Malaj, S., & Oyeyemi, A.L. (2023). Construct validity of the physical activity neighborhood environment scale-Oman. *Frontiers in Public Health*, 11.
- Dinda, S., Ghosh, S., & Das Chatterjee, N. (2018). An analysis of transport suitability, modal choice and trip pattern using accessibility and network approach: a study of Jamshedpur city, India. *Spatial Information Research*, 27, 169-186.
- Duncan, D.T., Aldstadt, J., Whalen, J., Melly, S., & Gortmaker, S.L. (2011). Validation of Walk Score® for Estimating Neighborhood Walkability: An Analysis of Four US Metropolitan Areas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8, 4160 - 4179.
- Duncan, D.T., Aldstadt, J., Whalen, J., & Melly, S. (2013). Validation of Walk Scores and Transit Scores for estimating neighborhood walkability and transit availability: a small-area analysis. *GeoJournal*, 78, 407-416.
- Frank, L. D., Sallis, J. F., Saelens, B. E., Leary, L., Cain, K., Conway, T. L., & Hess, P. M. (2010). The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. *British journal of sports medicine*, 44(13), 924-933.
- Gargiulo, C., Gaglione, F., & Zucaro, F. (2021). Urban Accessibility and Social Equity in Covid-19 Era: A Spatial Analysis in Two Neighbourhoods of the City of Naples. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 12958 LNCS, pp. 509–524). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87016-4_37
- Hasan, F., Salehah, S., & Bernama. (2022, May 14). *Melaka Negeri pertama diiktiraf "Walkable City."* Melaka Hari Ini. Diakses dari <https://www.melakahariini.my/melaka-negeri-pertama-diiktiraf-walkable-city/>
- Horák, J., Kukuliac, P., Marešová, P., Orlikova, L., & Kolodziej, O. (2022). Spatial Pattern of the Walkability Index, Walk Score and Walk Score Modification for Elderly. *ISPRS Int. J. Geo Inf.*, 11, 279.
- Ignaccolo, M., Inturri, G., Giuffrida, N., Le Pira, M., Torrisi, V., & Calabrò, G. (2020). A step towards walkable environments: Spatial analysis of pedestrian compatibility in an urban context. *European Transport - Trasporti Europei*, (76).

- Jaafar, N. H., Abdul Rahim, A., Abd. Samad, N. A., & Che Rahim, C. R. (2017). Sidewalk Accessibility at Melakas Traditional Streets for People with Disabilities (Pwds). *PLANNING MALAYSIA*, 15(1). <https://doi.org/10.21837/pm.v15i1.255>
- Javed, M.A., Ahmad, S.R., Ahmad, A., Taj, A.A., & Khan, A. (2013). Assessment of neighborhood parks using GIS techniques in Sheikhpura city. *Pakistan journal of science*, 65, 296-302.
- Joo, Y.-J., Lee, S.-I., & Kim, T.-H. (2011). Development of Web Based Walking Environmental Measurement System Using the Analytic Hierarchy Process Approach. *Journal of Korean Society for Geospatial Information System*.
- Hinckson, E., Cerin, E., Mavoa, S., Smith, M., Badland, H.M., Witten, K., Kearns, R., & Schofield, G.M. (2017). What are the associations between neighbourhood walkability and sedentary time in New Zealand adults? The URBAN cross-sectional study. *BMJ Open*, 7.
- Hussain, K.A., & Ujang, N. (2014). Visitors' Identification of Landmarks in the Historic District of Banda Hilir, Melaka, Malaysia☆. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 153, 689-699.
- Karim, A.A., & Awawdeh, M. (2020). Integrating GIS Accessibility and Location-Allocation Models with Multicriteria Decision Analysis for Evaluating Quality of Life in Buraidah City, KSA. *Sustainability*, 12, 1412.
- Lee, S., Lee, S., Son, H., & Joo, Y. (2013). A New Approach for the Evaluation of the Walking Environment. *International Journal of Sustainable Transportation*, 7, 238 - 260.
- Leslie, E.R., Coffee, N.T., Frank, L.D., Owen, N., Bauman, A.E., & Hugo, G. (2007). Walkability of local communities: using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes. *Health & place*, 13 1, 111-22.
- Leslie, E.R., Saelens, B.E., Frank, L.D., Owen, N., Bauman, A.E., Coffee, N.T., & Hugo, G. (2005). Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: a pilot study. *Health & place*, 11 3, 227-36.
- Maghelal, P.K., & Capp, C.J. (2011). Walkability: A Review of Existing Pedestrian Indices. *Urisa Journal*, 23, 5.
- McGrath, L.J., Hinckson, E., Hopkins, W.G., Mavoa, S., Witten, K., & Schofield, G.M. (2016). Associations Between the Neighborhood Environment and Moderate-to-Vigorous Walking in New Zealand Children: Findings from the URBAN Study. *Sports Medicine*, 46, 1003-1017.
- Nazem, S.G. (2013). Significance of walkability in the context of terrace row houses in Malaysia: an ethnographic approach.
- Qureshi, S., Memon, I.A., & Talpur, M.A. (2022). Association between Objectively Measured Neighbourhood Built Environment and Walkability. *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology*.
- Rahman, J.I., Ismail, H.N., & Chau, L.W. (2011). Inquiry into tourists' movement flow pattern in the Melaka world heritage site: a space syntactic analysis.
- Ribeiro, A. I., & Hoffmann, E. (2018). Development of a Neighbourhood Walkability Index for Porto Metropolitan Area. How Strongly Is Walkability Associated with Walking for Transport? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2767. MDPI AG. Diakses dari <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph15122767>
- Shah, M. Z., da Silva, R., & Nelson, A. (2010). Pedestrian Infrastructures and Sustainable Mobility in Developing Countries: The Cases of Brazil and Malaysia. *XVI Pan-American Conference of Traffic and Transportation Engineering and Logistics, XVI PANAM, j July 15-18, 2010 – Lisbon, Portugal*, 1–11.
- Shamsuddin, S., Syala Abd Latip, N., Bashri Sulaiman, A., Ujang, N., Alfath Alias, N., & Azreen Azlan, N. (2011). *Historic Waterfront and The Sense of Place: The Case of Two Unesco World Heritage Sites of Malaysia. International Journal of Arts & Sciences* (pp.

- 191–211). Diakses dari <https://search.proquest.com/docview/1081324623/fulltextPDF/468F2D01AE9C4D9EPQ/22?accountid=49910>
- Telega, A., Telega, I., & Bieda, A. (2021). Measuring walkability with GIS—methods overview and new approach proposal. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(4), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su13041883>
- The 6 Most Walkable Cities In Malaysia To Explore - Zafigo. (2022, January 20). Diakses dari <https://zafigo.com/stories/zafigo-stories/20220120-the-6-most-walkable-cities-in-malaysia-to-explore/#:~:text=Melaka%20City%2C%20Melaka&text=The%20UNESCO%20World%20Heritage%20Site>
- Ujang, N., & Muslim, Z. (2015). Walkability and Attachment to Tourism Places in the City of Kuala Lumpur, Malaysia. *Athens Journal of Tourism*, *2*(1), 55–67. <https://doi.org/10.30958/ajt.2-1-4>
- Weliange, S.D., Fernando, D., Withanage, S., & Gunatilake, J. (2020). A GIS based approach to neighbourhood physical environment and walking among adults in Colombo municipal council area, Sri Lanka. *BMC Public Health*, *21*.
- Yahya, M. S. S., & Samat, N. (2020). Penilaian kebolehpayaan pejalan kaki di Tapak Warisan Dunia UNESCO: Kajian kes di George Town, Pulau Pinang. *Malaysian Journal of Society and Space*, *16*(2). <https://doi.org/10.17576/geo-2020-1602-07>
- Zainol, R., Ahmad, F., Nordin, N. A., Mohd @Ahmad, I., & Hong Ching, G. (2013). Appreciating Built Heritage through Urban Sensory Elements. *Journal of Surveying, Construction & Property*, *4*(1), 1–12. <https://doi.org/10.22452/jscp.vol4no1>.