

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

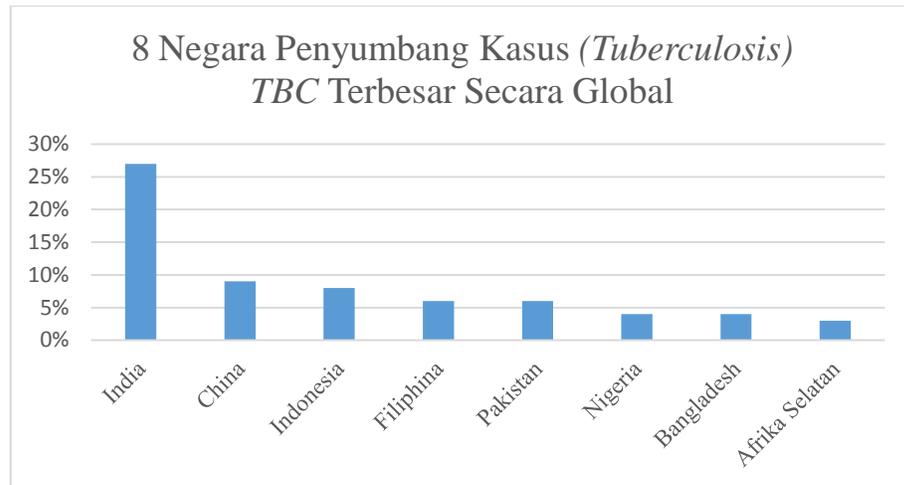
#### **1.1 Latar Belakang**

*Tuberculosis (TBC)* merupakan penyakit infeksi pada saluran pernafasan yang disebabkan oleh kuman *Mycobacterium tuberculosis*. (Kementerian Kesehatan RI, 2018). *WHO (World Health Organization)* dalam buku *Global Tuberculosis Report 2019* menyebutkan bahwa diseluruh dunia penyakit TBC adalah salah satu dari 10 penyebab teratas kematian, dan penyebab utama dari satu penyakit agen infeksi menular diatas *HIV/AIDS*. Pada tahun 2018 diperkirakan sekitar 10 juta orang terserang TBC, 5,7 juta laki-laki, 3,7 perempuan dan 1,1 juta adalah anak-anak.

Kasus TBC secara Geografis terbanyak berada diwilayah Asia Tenggara yaitu 44% kemudian disusul oleh Afrika 24% dan pasifik barat 18%, dengan bagian yang lebih kecil timur mediterania 8%, Amerika 3% dan Eropa 3%. Penyakit TBC ini menyerang semua Negara dan mengenai seluruh kelompok umur. Secara global, pada tahun 2018 delapan negara dengan dua pertiga jumlah kasus penyakit TBC tertinggi di dunia ditunjukkan pada gambar 1 yaitu pada urutan pertama India 27% China 9%, Indonesia 8%, Filiphina 6% Pakistan 6%, Nigeria 4%, Bangladesh 4% dan Afrika Selatan 3%. (*Global Tuberculosis Report, 2019*).

Secara global kejadian TBC menurun 1,6% per tahun selama periode 2000-2018, penurunan kumulatif antara tahun 2015-2018 hanya 6,3% jauh dari target penurunan TBC akhiri penurunan 20% tahun 2015-2020, penurunan global terhadap kematian akibat TBC antara tahun 2015-2020 hanya 11% kurang dari sepertiga Tonggak target yaitu 35% penurunan angka kematian akibat TBC antara tahun 2015-2020. Diperkirakan 58 juta nyawa diselamatkan melalui diagnosis dan pengobatan TBC antara tahun 2000-2018. Mengakhiri epidemic TBC pada tahun

2030 merupakan salah satu target kesehatan berupa *Sustainable Development Goals (SDGs)*.



Gambar 1.1 Jumlah Kasus TBC menurut WHO  
(Sumber: WHO, 2018)

Jumlah estimasi kasus TBC di Indonesia sebanyak 845.000 orang. Jumlah ini meningkat dari sebelumnya sebanyak 843.000 orang sehingga menempatkan Indonesia sebagai salah satu negara penyumbang 60% dari seluruh kasus TBC dunia. Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah menyebutkan bahwa *Case Notification Rate (CNR)* untuk semua kasus TBC di Jawa Tengah tahun 2018 sebesar 143,9 per 100.000 penduduk, hal ini menunjukkan bahwa kasus TBC di Jawa Tengah mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2017 yaitu 132,9 per 100.000 penduduk. Menurut Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah menyebutkan bahwa Kabupaten Boyolali memiliki jumlah kasus TBC terendah nomer 2 setelah kabupaten temanggung akan tetapi jumlah kasus TBC di Kabupaten Boyolali pada 5 tahun terakhir seperti yang disebutkan dalam Raperda Penanggulangan TBC dan HIV-AIDS 2018 yaitu kasus TBC di Kabupaten Boyolali mengalami peningkatan yang cukup tinggi dari tahun 2014 terdapat 213 kasus hingga tahun 2018 mencapai 613 padahal 5 tahun sebelumnya yaitu tahun 2009 terdapat 265 kasus TBC hingga tahun 2013 hanya menjadi 213 kasus TBC.

Data dari Bidang P2P Dinas Kesehatan Kabupaten Boyolali, penemuan kasus TBC untuk semua kasus di Kabupaten Boyolali tahun 2018 dilaporkan sebanyak 1.119 kasus. Badan Pusat Statistik tahun 2019 menyebutkan bahwa kasus kejadian penyakit TBC dikecamatan simo untuk semua kasus *Case Notification Rate (CNR)* mencapai 245 orang, jumlah ini tergolong tinggi dan merupakan kasus tertinggi urutan kedua di Kabupaten Boyolali seperti pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1.1 Jumlah Kasus TBC di Kecamatan Simo

No	Kecamatan	Jumlah Kasus TBC	No	Kecamatan	Jumlah Kasus TBC
1	Boyolali	462	11	Cepogo	17
2	Simo	245	12	Klego	17
3	Sambi	105	13	Nogosari	15
4	Andong	80	14	Sawit	13
5	Ampel	32	15	Teras	7
6	Mojosongo	31	16	Juwangi	6
7	Kemusu	22	17	Banyudono	4
8	Wonosegoro	22	18	Selo	1
9	Ngemplak	21	19	Musuk	1
10	Karanggede	18	20	Jumlah	1.119

Sumber: Boyolali Dalam Angka Tahun 2019, Diolah Penulis.

Identifikasi faktor faktor yang berhubungan dengan kejadian TBC di Indonesia merupakan suatu hal yang sangat penting. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya penyakit TBC adalah faktor lingkungan, terutama pada pemenuhan fisiologis rumah, karena lingkungan rumah dengan kelembaban yang tinggi merupakan media yang baik yang akan menyebabkan bakteri-bakteri patogen tumbuh dengan subur termasuk *Mycobacterium*

*tuberculosis*. Air membentuk lebih dari 80 % volume sel bakteri dan merupakan hal esensial untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup sel bakteri. sinar ultraviolet yang terdapat pada sinar matahari dapat membunuh kuman TBC, selain itu sinar matahari juga dapat mengurangi kelembaban yang berlebihan, sehingga dapat mencegah berkembangnya kuman TBC dalam rumah, oleh karena itu suatu rumah sangat perlu adanya pencahayaan langsung yang cukup dari sinar matahari (Soemirat, 2000).

Teknik visualiasi data dalam bentuk pemetaan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat menjadi salah satu cara efektif untuk meyakinkan pengambil kebijakan di berbagai level administratif untuk menentukan prioritas masalah kesehatan serta memilih program – program kesehatan yang paling sesuai untuk diimplementasikan di institusi kesehatan di berbagai daerah dan kabupaten. Bahkan dalam SIG juga dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran untuk mengevaluasi program – program kesehatan masyarakat yang telah diaplikasikan pada periode sebelumnya (Rahmanti, A. R., & Prasetyo, A. K. N. (2012)).

Sistem Informasi Geografis (SIG) juga dapat digunakan untuk menganalisis, dan memetakan data – data kesehatan, seperti pemetaan distribusi geografis dari suatu populasi beresiko, distribusi penyakit dan masalah kesehatan, distribusi lokasi fasilitas pelayanan kesehatan, dan analisis faktor resiko kejadian penyakit, Bahkan, teknologi ini dapat digunakan untuk menilai hubungan antara faktor resiko dan dampak kesehatan yang ditimbulkan dari suatu masalah kesehatan lingkungan, dan akibat penyakit – penyakit menular serta penyakit bawaan vektor. Hasil analisis tersebut dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan target populasi dan target wilayah yang menjadi prioritas untuk dilakukan suatu upaya intervensi kesehatan (Cromley & McLafferty, 2011).

Ishak & Daut (2008) menyatakan bahwa dalam mengidentifikasi rantai penularan TBC dan sebarannya hingga tingkat individual tidak hanya berupa agregat. Akan tetapi identifikasi lokasi penderita TBC sampai tingkat lokasi individu sangat dimungkinkan karena dalam register TBC terdapat alamat penderita yang dapat dipetakan menggunakan pendekatan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) (Kraak & Ormeling, 2007). Sampai saat ini belum diketahui pola sebaran yang terperinci mengenai distribusi kasus tuberkulosis ditinjau dari faktor karakteristik lingkungan dalam rumah di Kecamatan Simo. Gambaran spasial kasus penyakit tuberkulosis diharapkan dapat mengidentifikasi faktor-faktor risiko keruangan terhadap sebaran penyakit tuberkulosis di Kecamatan Simo. Dari uraian latar belakang di atas, maka peneliti tertarik untuk mengadakan penelitian yang berjudul “Analisis Spasial Penyakit TBC Di Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali”.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas dapat ditarik perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana Pola Distribusi Spasial Penderita Penyakit TBC di Kecamatan Simo?
2. Bagaimana kondisi rumah penderita penyakit TBC di Kecamatan Simo?
3. Bagaimana persebaran kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit TBC di Kecamatan Simo?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Menganalisis pola distribusi spasial penderita Penyakit TBC di Kecamatan Simo.
2. Menganalisis kondisi rumah penderita penyakit TBC di Kecamatan Simo.
3. Menganalisis kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit TBC di Kecamatan Simo.

## **1.4 Kegunaan Penelitian**

Adapun kegunaan penelitian yang hendak dicapai antara lain sebagai berikut:

1. Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar S1 mahasiswa Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta
2. Dapat dijadikan sebagai tambahan ilmu, pengetahuan dan wawasan yang lebih luas dalam kepedulian penanggulangan kasus penyakit tuberkulosis dan aplikasi atau penerapan dari teori-teori yang telah diberikan selama mengikuti perkuliahan.
3. Hasil penelitian ini kiranya dapat dijadikan sebagai masukan kepada pihak Pemerintah Kecamatan Simo khususnya dalam menyusun strategi untuk rancangan program pengendalian sebaran kasus penyakit TBC.

## **1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya**

### **1.5.1 Telaah Pustaka**

#### **A. Tuberculosis (TBC)**

Tuberkulosis merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh kuman Tuberculosis (TBC) yaitu (*Mycobacterium tuberculosis*), *Mycobacterium tuberculosis* berbentuk batang, berukuran panjang 1-4 mikron dan tebal 0,3-0,6 mikron, mempunyai sifat khusus yaitu tahan terhadap asam pada pewarnaan, oleh karena itu disebut sebagai Basil Tahan Asam (BTA). Beberapa spesies *Mycobacterium*, antara lain: *M. tuberculosis*, *M. africanum*, *M. bovis*, *M. Leprae* dan sebagainya, selain *Mycobacterium tuberculosis* yang bisa menimbulkan gangguan pada saluran nafas yang dikenal sebagai MOTT (*Mycobacterium Other Than Tuberculosis*) yang terkadang bisa mengganggu penegakan diagnosis dan pengobatan TBC. Bakteri ini menyerang bagian paru maka disebut tuberkulosis paru. Bila menyerang organ selain paru (kelenjar limfe, kulit, otak, tulang, usus, ginjal) disebut tuberkulosis ekstra paru. (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Kuman mycobacterium tuberculosis ini melayang diudara dan disebut droplet nuclei dan dapat bertahan hidup pada tempat yang sejuk, lembab, gelap tanpa sinar matahari sampai bertahun-tahun lamanya. Mycobacterium tuberculosis seperti halnya bakteri lain pada umumnya, akan tumbuh dengan subur pada lingkungan dengan kelembaban yang tinggi. Kelembaban udara yang meningkat merupakan media yang baik untuk bakteri-bakteri patogen termasuk tuberculosis. Air membentuk lebih dari 80 % volume sel bakteri dan merupakan hal essensial untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup sel bakteri Tetapi kuman tuberkulosis akan mati bila terkena sinar matahari, sabun, lisol, karbol dan panas api. (Atmosukarto & Soewasti, 2000 Dalam Ruswanto 2010).

Menurut Teori John Gordon dalam (Ruswanto 2010) suatu penyakit sangat dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu bibit penyakit (agent), penjamu (host), dan lingkungan (environment). Ketiga faktor penting ini disebut segi tiga epidemiologi (Epidemiologi Triangle).

#### 1. Agent (Bibit Penyakit)

Mycobacterium tuberculosis adalah bibit penyakit (agent) dari TBC. Agent memerlukan dukungan faktor penentu agar penyakit dapat bermanifest didalam tubuh host(manusia). Bibit penyakit ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu pathogenitas, infektifitas dan virulensi. Pathogenitas yaitu daya suatu mikroorganisme untuk menimbulkan penyakit pada host (manusia). Pathogenitas agent dapat berubah dan berbeda-beda derajatnya bagi berbagai host (manusia) akan tetapi pengaruhnya tergolong rendah. Infektifitas merupakan kemampuan suatu mikroba untuk masuk ke dalam tubuh host (manusia) dan berkembang biak didalamnya dan pengaruh infektifitas tergolong menengah. Virulensi adalah keganasan suatu mikroba bagi host. Pengaruh virulensi kuman tuberkulosis paru termasuk tingkat tinggi, jadi kuman ini tidak dapat dianggap remeh begitu saja (Ruswanto, 2010).

## 2. Host (Manusia)

Manusia sebagai reservoir penularan kuman *Mycobacterium tuberculosis*, kuman tuberculosis menular melalui droplet nuclei. Seorang penderita tuberculosis dapat menularkan pada 10-15 orang (Depkes RI, 2002, dalam Ruswanto, 2010). Menurut penelitian Atmosukarto dari Litbang Kesehatan (2000), menyebutkan bahwa penularan penyakit tuberculosis di lingkungan keluarga penderita memiliki tingkatan cukup tinggi, dimana seorang penderita rata-rata dapat menularkan kepada 2-3 orang di dalam rumahnya. Kemudian kemungkinan resiko terjadinya penularan untuk rumah tangga dengan penderita lebih dari 1 orang adalah 4 kali dibanding rumah tangga dengan hanya 1 orang penderita tuberculosis.

## 3. Environment (Lingkungan)

Faktor lingkungan memegang peranan yang penting dalam penularan penyakit tuberculosis, terutama pada pemenuhan fisiologis rumah, sebab sinar ultra violet yang terdapat pada sinar matahari dapat membunuh kuman tuberculosis, selain itu sinar matahari juga dapat mengurangi kelembaban yang berlebihan, sehingga dapat mencegah berkembangnya kuman tuberculosis dalam rumah, oleh karenanya suatu rumah sangat perlu adanya pencahayaan langsung yang cukup dari sinar matahari (Soemirat 2000). Faktor risiko kejadian tuberculosis salah satu penyebabnya melalui faktor lingkungan yaitu:

### a. Intensitas Cahaya Matahari

Pemanfaatan sinar matahari dapat mencegah penyakit tuberculosis yaitu dengan mengusahakan masuknya sinar matahari pagi ke dalam rumah melalui jendela, ventilasi atau genteng kaca. Sinar matahari pagi lebih utama karena mengandung sinar ultraviolet yang dapat membunuh kuman tuberculosis (Depkes RI, 1994 dalam Irawati, 2019).

b. Lantai Rumah

Lantai merupakan dinding penutup ruangan bagian bawah, konstruksi lantai rumah harus rapat air dan selalu kering agar mudah dibersihkan dari kotoran dan debu, selain itu dapat menghindari naiknya tanah yang dapat menyebabkan meningkatnya kelembaban dalam ruangan. Untuk mencegah masuknya air ke dalam rumah, maka lantai rumah sebaiknya dinaikkan 20 cm dari permukaan tanah. Lantai yang tidak memenuhi syarat dapat dijadikan tempat hidup dan berkembang biaknya kuman dan vektor penyakit, menjadikan udara dalam ruangan lembab, pada musim panas lantai menjadi kering sehingga dapat menimbulkan debu yang berbahaya bagi penghuninya. Keadaan lantai rumah perlu dibuat dari bahan yang kedap terhadap air sehingga lantai tidak menjadi lembab dan selalu basah seperti tegel, semen, keramik. (Ruswanto, 2010).

c. Pencahayaan

Rumah sehat yaitu rumah yang memiliki pencahayaan yang cukup khususnya cahaya alam yang berupa cahaya matahari yang berisi antara lain ultra violet. Cahaya matahari minimal masuk 60 lux dengan syarat tidak menyilaukan. Pencahayaan rumah yang tidak memenuhi syarat pencahayaan yang cukup dapat berisiko 2,5 kali mempengaruhi penghuni rumah terkena bakteri tuberkulosis dibanding penghuni yang berada dirumah dengan memenuhi pencahayaan yang cukup (Pertiwi, 2004). Semua cahaya pada dasarnya dapat mematikan, namun tentu tergantung jenis dan lama cahaya tersebut. Pencahayaan alami ruangan rumah adalah penerangan yang bersumber dari sinar matahari (alami), yaitu semua jalan yang memungkinkan untuk masuknya cahaya matahari alamiah, misalnya melalui jendela atau genting kaca (Notoatmodjo, 2003).

## B. Analisis Spasial

Menurut Yunus (2010) bahwa Pendekatan keruangan atau pendekatan spasial memiliki 9 tema analisis yang dikembangkan dalam disiplin geografi, yaitu:

1. Analisis Pola Keruangan (*Spatial Pattern Analysis*)
2. Analisis Struktur Keruangan (*Spatial Structure Analysis*)
3. Analisis Proses Keruangan (*Spatial Prosess Analysis*)
4. Analisis Interaksi Keruangan (*Spatial Inter-action Analysis*)
5. Analisis Asosiasi Keruangan (*Spatial Association Analysis*)
6. Analisis Organisasi Keruangan (*Spatial Organization Analysis*)
7. Analisis Kecenderungan Keruangan (*Spatial Tendency Analysis*)
8. Analisis Komparasi Keruangan (*Spatial Comparison Analysis*)
9. Analisis Sinergisme Keruangan (*Spatial Synergism Analysis*)

Pola spasial (*spatial pattern*) merupakan kekhasan sebaran keruangan (*special spatial distribution*), penyebaran gejala geosfera di permukaan bumi tidak merata disetiap wilayah dengan menggambarkan di peta maka dapat mengungkap hubungan antara satu dengan lainnya (Webster,1966, Coffey, 1981, dalam Yunus, 2010). Nisa Indahsari (2008) menjelaskan bahwa pengenalan pola merupakan hal yang sangat penting dilakukan dalam mengkaji masalah keruangan. Penampilan pola spasial diwujudkan dalam peta membantu seseorang memahami sebaran objek di muka bumi. Yunus (2010) menyebutkan bahwa Analisis spasial atau keruangan berdasarkan kompleksitas gejala dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu :

1. Ditinjau dari proses terbentuknya (*formative process*)

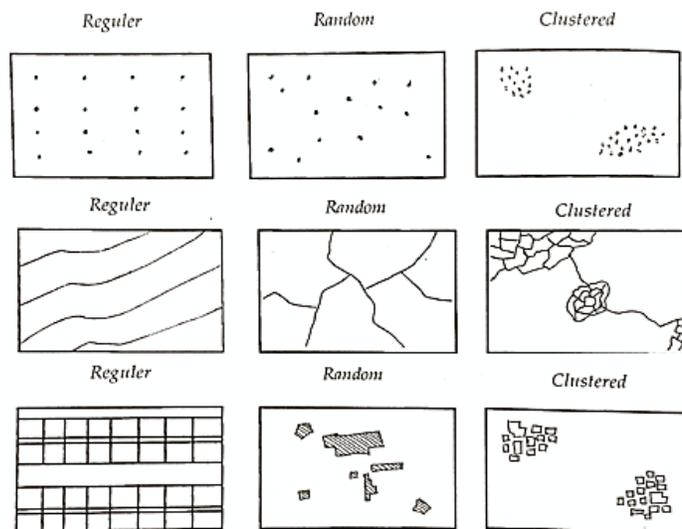
Gejala berdasarkan proses terbentuknya dapat dibedakan menjadi 3 yaitu gejala alami, gejala buatan manusia, dan gejala gabungan yang terbentuk karena alam dan buatan manusia. Gejala alami (*natural phenomena*) merupakan gejala yang murni karena kerja alam,

misalnya terbentuknya sungai, gunung dan lautan. Gejala buatan manusia (*artificial phenomena*) adalah gejala akibat dari buatan manusia, contohnya permukiman, gedung dan jalan. Gejala gabungan proses alami dan buatan manusia (*artificio-natural phenomena*) merupakan gejala akibat dari alam dan tangan manusia, contohnya gua terbentuk alami kemudian diukir untuk menambah keindahan.

2. Ditinjau dari ekpresi keruangannya

Gejala berdasarkan ekpresi keruangannya dapat dibedakan menjadi 2 yaitu fisik dan non fisik. Gejala fisik adalah gejala yang dapat di sentuh secara fisik menunjukkan bentuk contohnya gedung, rumah, dan sungai. Gejala non fisik adalah gejala yang tidak dapat disentuh secara fisik seperti agama, tingkat ekonomi dan sosial.

Gejala-gejala dipermukaan bumi yang khas dan tidak merata memiliki pola tertentu. Pola gejala spasial dapat digambarkan melalui titik, garis dan area. Pola gejala spasial menurut Yunus (2010) pola spasial dapat diklasifikasikan menjadi 3 klasifikasi yaitu reguler, random dan *clustered* dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Klasifikasi Pola Spasial  
 Sumber : Yunus, 2010

Lokasi pada data spasial harus diukur agar dapat mengetahui adanya efek spasial yang terjadi. Menurut Kosfield dalam (Wuryandari 2014), informasi lokasi dapat diketahui dari dua sumber yaitu:

1. Hubungan ketetanggaan (*neighborhood*)

Hubungan ketetanggaan memperlihatkan lokasi relatif dari suatu lokasi ke lokasi lain dalam satu ruang. Hubungan ketetanggaan dari unit-unit spasial biasanya dibentuk berdasarkan peta. Ketetanggaan unit-unit spasial yang dekat menunjukkan derajat ketergantungan spasial yang tinggi jika dibandingkan dengan unit spasial yang letaknya terpisah jauh.

2. Jarak (*distance*)

Letak suatu lokasi dilihat dari letak garis lintang dan bujur menjadi acuan yang digunakan untuk menghitung jarak antar titik yang terdapat dalam ruang. Kekuatan ketergantungan spasial akan menurun sesuai dengan jarak yang ada.

### C. Sistem Informasi Geografis

Menurut Aronoff (1989), Sistem Informasi Geografi (SIG) sebagai suatu sistem berbasis komputer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi yaitu pemasukan data, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan kembali), manipulasi dan analisis data, serta keluaran sebagai hasil akhir (output). Hasil akhir (output) dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi, SIG merupakan salah satu bagian dari kemajuan dari teknologi informasi, dimana aplikasi ini sangat dibutuhkan dalam berbagai bidang pekerjaan seperti untuk perencanaan, pengawasan, monitoring bahkan mampu memanipulasi.

Sistem informasi geografis (SIG) terdiri dari komponen – komponen penyusun yang saling bekerjasama untuk menjalankan agar sistem dapat bekerja. Komponen – komponen SIG adalah:

1. Perangkat keras (hardware), perangkat komputer beserta perangkat lainnya.
2. Perangkat lunak (software), menyediakan fungsi dan alat kepada para pengguna untuk menyimpan, menganalisis, dan menampilkan informasi geografis.
3. Data, data yang ingin dikelola, seperti data vektor, data raster, dan data atribut.
4. Metode, prosedur atau pedoman dalam pengaplikasian.
5. Manusia (brainware, manusia yang mengelola dan menjalankan proses pengaplikasian.

Manfaat umum dari penggunaan Sistem Informasi Geografis ini yaitu dapat memudahkan kita dalam melihat fenomena kebumih dengan perspektif yang lebih baik, pemrosesan data yang lebih cepat, dan mendapatkan hasil analisa yang lebih akurat. Penggunaan SIG dapat menghubungkan data spasial seperti letak geografis dan astronomis dengan data non spasial, sehingga para pengguna sistem ini dapat membuat peta dan menganalisa informasinya dengan berbagai cara dan metode.

Paling tidak ada 2 keunggulan penggunaan Sistem Informasi Geografis.

1. Analisa (Proximity), ini merupakan analisa geografis yang berbasis pada jarak dan layer. Di mana dengan analisa ini kita dapat melihat jarak tertentu suatu lokasi untuk menentukan dekatnya hubungan antara sifat bagian yang ada.
2. Analisa (Overlay), merupakan proses integrasi data dari lapisan-lapisan layer yang berbeda. Untuk menganalisa suatu keadaan, diperlukan lebih dari satu layer yang berbeda dan disusun secara fisik agar dapat dianalisa secara visual.

SIG telah dimanfaatkan oleh tenaga kesehatan masyarakat dan para professional termasuk pembuat kebijaksanaan, epidemiologi serta para petugas medis. Salah satu contoh pemanfaatan SIG pada bidang kesehatan adalah pemetaan Estimasi Angka Insidensi TB Tahun 2011 yang dilakukan oleh WHO. Demikian pula pemanfaatan citra penginderaan jauh yang memiliki berbagai macam resolusi dapat juga digunakan pada bidang kesehatan. Citra penginderaan jauh dengan resolusi spasial tinggi dapat digunakan untuk menyadap data kondisi lingkungan pada suatu wilayah dalam periode tertentu yang mempengaruhi kesehatan manusia. Kolaborasi antara SIG dan penginderaan jauh dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pemetaan mengenai persebaran penderita tuberkulosis. Manfaat yang didapat dari pemetaan tuberkulosis dapat membantu menanggulangi penyebaran penyakit tuberkulosis serta dapat pula mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya penyakit tuberkulosis. (Jasmin and Johnson, 2009 dalam Mahardiani, 2015)

#### D. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (Remote Sensing) merupakan ilmu dan seni dalam memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap objek, daerah, atau gejala yang dikaji. Pengertian mengenai alat yang tidak berhubungan langsung, yaitu alat yang pada waktu perekaman tidak bersentuhan langsung tetapi memiliki jarak dengan objek, daerah, atau gejala yang diamati atau direkam dengan menggunakan wahana, seperti satelit, pesawat udara, dan balon udara. Proses penginderaan jauh memberikan keluaran atau hasil yang disebut Citra, yaitu gambaran yang tampak dari suatu objek yang sedang diamati sebagai hasil liputan atau rekaman oleh suatu alat pemantau. (Lilesand et al, 2004 dalam Sutanto, 1992).

Menurut Lillesand & Kiefer 1990 proses dasar dalam perekaman data penginderaan jauh yaitu perolehan data dan analisis data (data analysis). Adapun unsur-unsur dari proses perolehan data merupakan sumber energi (a), propagansi energi melalui atmosfer (b), sensor pesawat ruang angkasa (d), menghasilkan generasi data sensor dalam bentuk gambar dan/atau digital. Singkatnya, kita menggunakan sensor untuk merekam variasi dalam cara mereflesikan bentuk permukaan bumi dan memancarkan energi elektromagnetik. Proses analisis data menggunakan berbagai tampilan dan interpretasi perangkat untuk analisis data bergambar atau komputer untuk menganalisis data sensor digital. Referensi data tentang sumber daya yang dipelajari (seperti peta tanah, statistik vegetasi, atau data cek lapangan) digunakan kapan dan di mana tersedia untuk membantu dalam analisis data. Informasi ini kemudian dikompilasi (h), umumnya dalam bentuk peta hardcopy dan tabel atau sebagai file komputer yang dapat digabungkan dengan lainnya dari informasi dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Akhirnya, informasi yang didapatnya disajikan untuk pengguna (g) untuk proses pengambilan keputusan. Oleh karena itu, penginderaan jauh menjadi salah satu cara untuk melihat apa yang terjadi di lapangan tanpa harus mendatanginya. Perolehan hasil berupa informasi yang tepat, cepat dan efisien, dan juga menghemat waktu dan biaya. Teknologi peringderaan jauh yang semakin berkembang sangat memudahkan manusia dalam mengkaji berbagai fenomena di permukaan bumi khususnya dalam hal spasial atau keruangan.

#### E. Interpretasi Citra

Menurut Este dan Simonett (1976) dalam Hartono, 2009 menyebutkan bahwa interpretasi citra merupakan kegiatan mengkaji foto udara atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Adapun unsur-unsur interpretasi pada citra atau foto udara terdiri atas sembilan macam, yaitu sebagai berikut.

1. Rona dan Warna Rona (Tone), Rona yaitu tingkat kegelapan atau kecerahan suatu objek pada citra. Adapun Warna (Colour), yaitu wujud yang tampak pada mata dengan menggunakan spektrum tampak yang lebih sempit. Misalnya, warna biru, hijau, merah, dan warna yang lainnya.
2. Tekstur (Texture) adalah frekuensi perubahan rona pada citra yang dinyatakan dengan kasar, sedang, dan halus. Misalnya, hutan bertekstur kasar, semak belukar bertekstur sedang, sedangkan sawah bertekstur halus.
3. Bentuk (Shape) adalah konfigurasi atau kerangka gambar dari suatu objek yang mudah dikenali. Misalnya, persegi empat teratur dapat diidentifikasi sebagai kompleks perkantoran, sedangkan bentuk persegi tidak teratur dapat diidentifikasi sebagai kompleks permukiman penduduk. Bentuk lainnya antara lain gedung sekolah pada umumnya berbentuk huruf I, L, dan U atau persegi panjang.
4. Ukuran (Size) adalah ciri objek berupa jarak, luas, lereng, dan volume. Ukuran objek pada citra dikalikan dengan skala menghasilkan jarak yang sebenarnya.
5. Pola (Pattern) adalah susunan keruangan yang dapat menandai bahwa suatu objek merupakan bentukan oleh manusia atau bentukan alamiah. Misalnya, pola garis teratur merupakan pola jalan, sedangkan pola garis yang berkelok-kelok merupakan sungai. Permukiman transmigrasi dikenali dengan pola yang teratur, yaitu ukuran rumah dan jaraknya seragam, serta selalu menghadap ke jalan. Kebun karet, kebun kelapa, dan kebun kopi mudah dibedakan dengan hutan atau vegetasi lainnya dengan polanya yang teratur, yaitu dari pola serta jarak tanamnya.
6. Situs (Site) adalah letak suatu objek terhadap objek lain di sekitarnya. Misalnya, permukiman pada umumnya memanjang pada pinggir pantai, tanggul alam, atau sepanjang tepi jalan. Adapun persawahan banyak

terdapat di daerah dataran rendah dan berdekatan dengan aliran sungai. Jadi, situs sawah berdekatan dengan situs sungai.

7. Bayangan (Shadow) adalah sifat yang menyembunyikan detail atau objek yang berada di daerah gelap. Bayangan juga dapat merupakan kunci pengenalan yang penting dari beberapa objek yang justru dengan adanya bayangan menjadi lebih jelas. Misalnya, lereng terjal tampak lebih jelas dengan adanya bayangan, begitu juga cerobong asap dan menara, tampak lebih jelas dengan adanya bayangan. Foto-foto yang sangat condong biasanya memperlihatkan bayangan objek yang tergambar dengan jelas.
8. Asosiasi (Association) adalah keterkaitan antara objek yang satu dengan objek yang lainnya. Misalnya, stasiun kereta api berasosiasi dengan jalan kereta api. Adapun permukiman penduduk berasosiasi dengan jalan.
9. Konvergensi Bukti adalah bukti-bukti yang mengarah kepada kebenaran, artinya semakin banyak unsur interpretasi yang digunakan dalam menginterpretasi suatu citra maka semakin besar kemungkinan kebenaran interpretasi yang dilakukan.

### **1.5.2 Penelitian sebelumnya**

Penelitian ini mengenai analisis spasial penyakit tuberculosis di Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali terdapat perbedaan dengan penelitian sebelumnya. Perbedaan tersebut terletak pada lokasi penelitian yaitu lokasi penelitian penulis berada di Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali, dengan judul Analisis Spasial Penyakit Tuberculosis di Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali, tujuan pertama yaitu untuk mengetahui pola distribusi spasial penyakit Tuberculosis kemudian tujuan kedua yaitu menganalisis kondisi rumah penderita penyakit tuberculosis dan tujuan ketiga yaitu mengetahui kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit tuberculosis, metode yang

digunakan berupa teknik pengambilan sample yaitu case control dan Teknik analisis data yaitu analisis pola distribusi spasial dan analisis deskriptif kuantitatif.

Penelitian bambang ruswanto tahun 2010 dengan judul “Analisis spasial sebaran kasus tuberculosis paru ditinjau dari faktor lingkungan dalam rumah dan luar rumah di kabupaten pekalongan” letak perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan penulis yaitu pada judul, lokasi, tujuan dan metode. Penelitian bambang ruswanto bertujuan Menganalisis hubungan antara karakteristik penduduk, Menganalisis hubungan antara karakteristik lingkungan, Menganalisis spasial pengaruh karakteristik lingkungan dan wilayah dengan sebaran kasus dengan menggunakan metode studi observasional analitik dengan menggunakan metode case control study, Analisis data dilakukan dengan uji chisquare untuk mengetahui deskripsi dan hubungan faktor risiko sedangkan tujuan yang akan dilakukan oleh peneliti yaitu tujuan pertama yaitu untuk mengetahui pola distribusi spasial penyakit Tuberculosis kemudian tujuan kedua yaitu menganalisis kondisi rumah penderita penyakit tuberculosis dan tujuan ketiga yaitu mengetahui kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit tuberculosis dan menggunakan metode teknik pengambilan sample yaitu case control dan Teknik analisis data peneliti yaitu analisis pola distribusi spasial dan analisis deskriptif kuantitatif.

Simbolon et. al. tahun 2018 dengan judul “Analisis spasial dan faktor risiko tuberculosis paru di Kecamatan Sidikalang, Kabupaten Dairi - Sumatera Utara tahun 2018” letak perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan penulis yaitu pada judul, lokasi, tujuan dan metode. Penelitian simbolon et al 2018 bertujuan untuk memetakan sebaran kasus TB paru, Untuk mengetahui ada tidaknya kasus clustering, kasus buffer TB paru dengan puskesmas, pola sebaran, dan korelasinya antara faktor risiko dengan kejadian TB paru. Dengan menggunakan metode studi kuantitatif dengan desain case control

kemudian Teknik pengambilan sampel adalah purposive sampling analisis menggunakan SatScan v9.6, dan analisis statistik dengan Epi Info 3.5.4, dan overlay dengan QuantumGIS 3.0. Sedangkan tujuan yang akan dilakukan oleh peneliti yaitu tujuan pertama yaitu untuk mengetahui pola distribusi spasial penyakit Tuberculosis kemudian tujuan kedua yaitu menganalisis kondisi rumah penderita penyakit tuberculosis dan tujuan ketiga yaitu mengetahui kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit tuberculosis dan menggunakan metode teknik pengambilan sample yaitu case control dan Teknik analisis data peneliti yaitu analisis pola distribusi spasial dan analisis deskriptif kuantitatif.

Endang Surjati (2020) “Pola Spasial Persebaran Penyakit TB Paru Di Kota Malang” letak perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan penulis yaitu pada judul, lokasi, tujuan dan metode. Penelitian Endang Surjati (2020) bertujuan Untuk mengetahui pola sebaran prevalensi TB Paru di Kota Malang dan mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap prevalensi TB Paru di Kota Malang dengan menggunakan metode Metode nearest neighbor ratio (NNR) untuk mengetahui pola sebaran spasial penyakit TB Paru di Kota Malang. Sedangkan tujuan yang akan dilakukan oleh peneliti yaitu tujuan pertama yaitu untuk mengetahui pola distribusi spasial penyakit Tuberculosis kemudian tujuan kedua yaitu menganalisis kondisi rumah penderita penyakit tuberculosis dan tujuan ketiga yaitu mengetahui kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit tuberculosis dan menggunakan metode teknik pengambilan sample yaitu case control dan Teknik analisis data peneliti yaitu analisis nearest neighbor untuk mengetahui pola distribusi spasial dan analisis deskriptif kuantitatif.

Fani Irawati tahun 2019 “Pemanfaatan penginderaan jauh dan system informasi geografis untuk analisis hubungan kejadian penyakit tuberculosis paru terhadap kondisi rumah dikecamatan sewon” letak perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan penulis yaitu pada judul, lokasi dan metode. Peneliti fani irawati 2019 berjudul Pemanfaatan penginderaan jauh dan system

informasi geografis untuk analisis hubungan kejadian penyakit tuberculosis paru terhadap kondisi rumah dikecamatan sewon dengan menggunakan metode metode case control. Teknik analisis data berupa analisis statistic, analisis SIG dan analisis peta. Sedangkan lokasi peneliti yaitu berada dikecamatan Simo kabupaten Boyolali dan metode yang digunakan oleh peneliti yaitu analisis nearest neighbor untuk mengetahui pola distribusi spasial dan analisis deskriptif kuantitatif

Tabel 1.2 Ringkasan Penelitian Sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Ruswanto, Bambang (2010)	Analisis Spasial Sebaran Kasus Tuberkulosis Paru Ditinjau Dari Faktor Lingkungan Dalam Dan Luar Rumah Di Kabupaten Pekalongan	Menganalisis hubungan antara karakteristik penduduk (jenis kelamin, umur, status gizi, status imunisasi, kondisi sosial ekonomi) dengan kejadian tuberkulosis paru di Kabupaten Pekalongan  Menganalisis hubungan antara karakteristik lingkungan (meliputi; kepadatan penghuni,	Jenis penelitian ini adalah studi observasional analitik dengan menggunakan metode case control study. Subyek penelitian ini adalah 140, terdiri dari 70 kasus (penderita BTA (+)) dan 70 kontrol (penderita BTA (-)). Analisis data dilakukan dengan uji chisquare untuk mengetahui deskripsi dan hubungan faktor risiko dengan kejadian tuberkulosis paru (analisis univariat dan bivariat), selanjutnya dilakukan analisis multivariat	Hasil analisis bivariat yang terbukti berhubungan dengan kejadian tuberkulosis paru adalah; Kepadatan penghuni ( $\rho=0,003$ ), luas ventilasi ( $\rho=0,014$ ), kelembaban dalam rumah ( $\rho=0,034$ ), suhu udara dalam rumah ( $\rho=0,000$ ), pencahayaan alami ( $\rho=0,003$ ), jenis lantai ( $\rho=0,000$ ), suhu udara luar rumah ( $\rho=0,000$ ), pengetahuan ( $\rho=0,005$ ), status gizi ( $\rho=0,005$ ), dan kontak dengan penderita ( $\rho=0,001$ ).  Sedangkan hasil analisis multivariat yang terbukti sebagai faktor risiko terhadap kejadian tuberkulosis paru adalah; pengetahuan (OR = 2,622), kepadatan penghuni (OR = 2,989), suhu dalam rumah (OR = 3,471), pencahayaan alami (OR =

		<p>lantai rumah, ventilasi, pencahayaan, kelembaban, suhu dan ketinggian) dengan kejadian tuberkulosis paru di Kabupaten Pekalongan</p> <p>Menganalisis spasial pengaruh karakteristik lingkungan dan wilayah dengan sebaran kasus tuberkulosis paru di Kabupaten Pekalongan.</p>	<p>dengan uji regresi logistik untuk mengetahui besarnya risiko terhadap kejadian tuberkulosis paru.</p>	<p>4,921) , jenis lantai (OR = 2,890), status gizi (OR = 5,738) , dan kontak dengan penderita (OR = 4,957).</p>
Simbolon et al	Analisis spasial dan	Untuk memetakan sebaran kasus TB	Penelitian ini menggunakan studi kuantitatif dengan	Ditemukan satu cluster TB Paru di Kecamatan Sidikalang. Sebanyak 72

<p>(2018)</p>	<p>faktor risiko tuberkulosis paru di Kecamatan Sidikalang, Kabupaten Dairi - Sumatera Utara tahun 2018</p>	<p>paru. Untuk mengetahui ada tidaknya kasus clustering, kasus buffer TB paru dengan puskesmas, pola sebaran, dan korelasi antara faktor risiko dengan kejadian TB paru.</p>	<p>desain case control yang cocok. Populasinya yaitu semua penderita TB Paru dan penderita TB non paru di Sidikalang. sampel pemetaan 78 orang dan sampel penelitian 116 orang (58 kasus dan 58 kontrol). Teknik pengambilan sampel adalah purposive sampling. Data diperoleh melalui wawancara dan koordinat posisi dengan GPS Garmin Montana 680. Spasial analisis menggunakan SatScan v9.6, dan analisis statistik dengan Epi Info 3.5.4, dan overlay dengan QuantumGIS 3.0</p>	<p>(92,3%) kasus terletak pada jarak &gt; 1 km dari puskesmas. Pola difusi TB paru sangat menular.</p> <p>Status kerja, status gizi, status merokok, dan riwayat kontak ditemukan dikaitkan dengan kejadian TB paru. Dinas Kesehatan Kabupaten sedang diharapkan dapat meningkatkan promosi gaya hidup sehat khususnya untuk peningkatan keluarga nutrisi, mengontrol perilaku merokok, dan memelihara lingkungan yang sehat</p>
---------------	---	--	--	--

Surjati, Endang (2020)	Pola Spasial Persebaran Penyakit TB Paru Di Kota Malang	Untuk mengetahui pola sebaran prevalensi TB Paru di Kota Malang dan mengetahui faktor- faktor yang berpengaruh terhadap prevalensi TB Paru di Kota Malang.	Metode nearest neighbor ratio (NNR) untuk mengetahui pola sebaran spasial penyakit TB Paru di Kota Malang	Nilai Nearest Neighborhood Ratio untuk setiap kecamatan di Kota Malang adalah $< 1$ , maka pola sebaran penyakit TB Paru di Kota Malang membentuk pola spasial cluster
Irawati, fani (2019)	Pemanfaatanpe nginderaan jauh dan system informasi geografis untuk analisis hubungan kejadian penyakit	Mengetahui persebaran penderita penyakit TB Paru di Kecamatan Sewon.  Mengetahui besar hubungan parameter kondisi rumah dengan penyakit TB paru di Kecamatan Sewon	Penelitian ini menggunakan metode case control. Teknik analisis data berupa analisis statistic, analisis SIG dan analisis peta	Mengetahui persebaran dan pola persebaran penderita TB paru di kecamatan Sewon, mengetahui hubungan factor dominan penyebab penyakit TB Paru dari parameter kondisi rumah, peta kondisi rumah di Kecamatan sewon, peta tingkat kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit TB paru dikecamatan Sewon.

	tuberculosis paru terhadap kondisi rumah dikecamatan sewon	Mengetahui tingkat kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit TB Paru di Kecamatan Sewon		
Yuwana, (2021)	Analisis Spasial penyakit (TBC) Tuberkulosis dikecamatan simo boyolali	Menganalisis pola distribusi spasial penyakit TBC. Menganalisis kondisi lingkungan rumah penderita penyakit TBC di Kecamatan Simo. Menganalisis persebaran kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit TBC di Kecamatan Simo.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode case control untuk teknik pengambilan sampel. Teknik analisis data yang digunakan adalah berupa analisis pola distribusi spasial dan analisis deskriptif kuantitatif	Pola persebaran kasus penyakit TBC di Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali tahun 2019 adalah Acak atau Random dengan nilai signifikansi $p = 0,269029$ dan $z\text{-score} = -1,105301$ .  Faktor kondisi rumah yang memiliki pengaruh tertinggi terhadap kasus penyakit TBC yaitu kondisi pencahayaan buruk terdapat 21 rumah atau 52,5% dan pencahayaan rumah yang baik 19 rumah atau 47,5%, kondisi lantai rumah yang buruk 21 rumah atau 47,5% dan kondisi lantai rumah yang baik 19 rumah atau 52,5%, kondisi

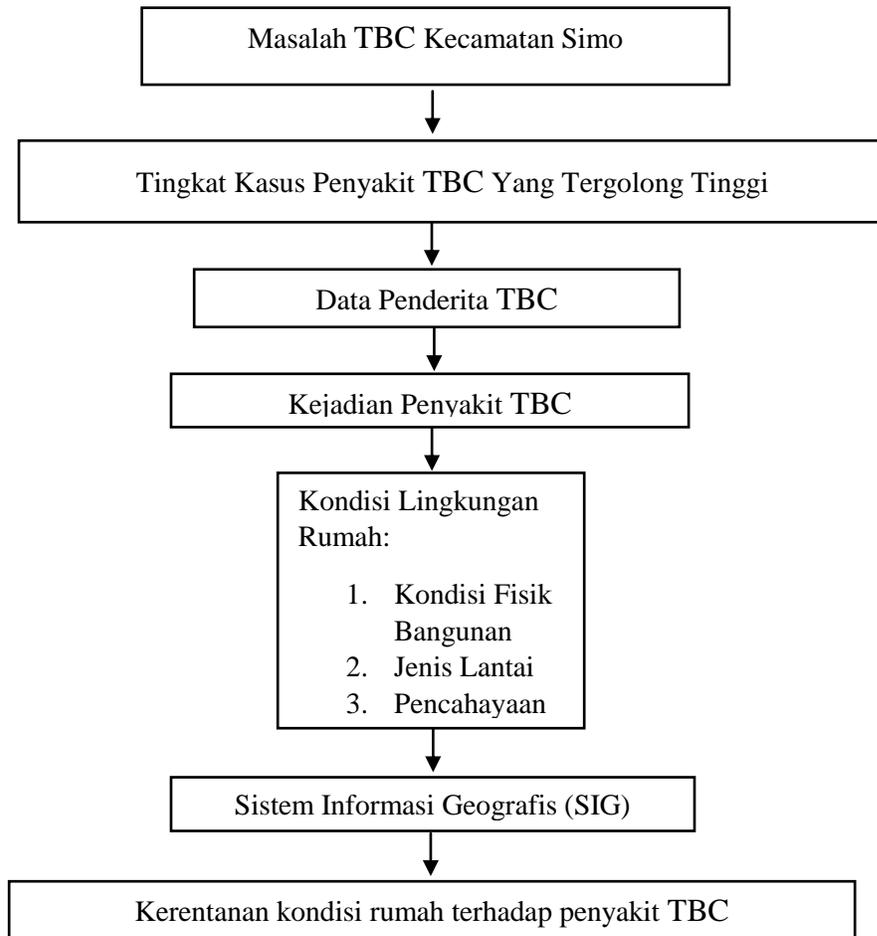
				<p>atap rumah buruk 3 rumah atau 7,5%.</p> <p>kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit TBC di kecamatan simo yaitu kondisi rumah dengan kelas “sangat rentan” memiliki luas 9,8 Ha atau 3% “rentan” memiliki luas 70,78 Ha atau 20%. kelas “baik” memiliki luas 272,5 Ha atau 77%</p>
--	--	--	--	---

## 1.6 Kerangka Penelitian

Penyakit *Tuberculosis* (TBC) masih banyak terjadi dimasyarakat Indonesia terutama masyarakat yang memiliki tempat tinggal atau lingkungan yang buruk sehingga dapat menyebabkan bakteri tuberculosis berkembang biak dengan mudah dan cepat. TBC merupakan salah satu penyakit yang cukup berbahaya dan merupakan permasalahan kesehatan yang cukup serius di Indonesia. Program penanggulangan penyakit terutama penyakit menular yang bersumber dari bakteri lingkungan termasuk lingkungan rumah memerlukan adanya data spasial mengenai kondisi sosial lingkungan disuatu daerah. Oleh karena itu diperlukan adanya analisis spasial dengan data-data spasial kondisi lingkungan untuk melakukan penelitian, salah satu faktor lingkungan yang memicu timbulnya penyakit tuberculosis adalah kondisi lingkungan rumah.

Penggunaan SIG dimaksudkan untuk membuat analisis spasial yang dapat menghasilkan peta informatif dan juga menarik. SIG dapat dimanfaatkan untuk melakukan analisis distribusi pola spasial pada kejadian penyakit TBC dan juga pemetaan kerentanan kondisi lingkungan rumah terhadap penyakit TBC. Penelitian penulis dalam membuat peta kondisi rumah menggunakan tiga parameter untuk pembuatannya. Parameter tersebut berupa kondisi fisik bangunan, jenis lantai, dan pencahayaan rumah. Ketiga parameter tersebut ada yang didapatkan melalui ekstraksi citra digital yaitu peta tematik kondisi fisik bangunan, sedangkan untuk 2 parameter lainnya didapatkan melalui survey lapangan.

Penelitian terkait penyakit TBC berbasis penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) menghasilkan data data spasial berupa data pola persebaran penyakit TBC, kondisi rumah penderita penyakit TBC dan juga peta kerentanan kondisi lingkungan rumah terhadap kejadian penyakit TBC. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan data data spasial yang lebih informatif dan mudah dipahami oleh pembaca dan masyarakat.



Gambar 1.3 Kerangka Penelitian  
(Sumber: Penulis, 2022)

## 1.7 Batasan Operasional

- a. Tuberculosis paru merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh kuman *Tuberculosis (Mycobacterium tuberculosis)*, *Mycobacterium tuberculosis* berbentuk batang, berukuran panjang 1-4 mikron dan tebal 0,3-0,6 mikron, mempunyai sifat khusus yaitu tahan terhadap asam pada pewarnaan, oleh karena itu disebut sebagai Basil Tahan Asam (BTA).
- b. Kondisi Lingkungan Rumah. Rumah merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian yang digunakan untuk berlindung dari gangguan iklim dan makhluk lainnya, serta tempat pengembangan kehidupan keluarga yang sehat, aman, serasi dan teratur sangat diperlukan agar fungsi dan kegunaan rumah dapat terpenuhi dengan baik. (Peraturan Menteri Kesehatan No. 829 Tahun 1999). Lingkungan rumah merupakan faktor penting dalam pemenuhan fisiologis rumah, sebab sinar ultraviolet yang terdapat pada matahari dapat membunuh kuman tuberculosis paru, Selain itu sinar matahari juga dapat mengurangi kelembaban yang berlebihan karena kuman tuberculosis ini dapat bertahan hidup pada tempat yang sejuk, lembab, gelap tanpa sinar matahari sampai bertahun-tahun lamanya. Kelembaban udara yang meningkat merupakan media yang baik untuk bakteri-bakteri patogen termasuk tuberculosis. sehingga dengan adanya sinar matahari yang baik maka dapat mencegah berkembangbiaknya kuman tuberculosis dalam lingkungan rumah, oleh karena itu perlu adanya pencahayaan langsung yang cukup dari sinar matahari.(Soemirat,2000 dalam Ruswanto,2010).
- c. Pola Distribusi Spasial. Pola spasial (*spatial pattern*) merupakan kekhasan sebaran keruangan (*spacial spatial distribution*), penyebaran gejala geosfera di permukaan bumi tidak merata disetiap wilayah dengan menggambarkan di peta maka dapat mengungkap hubungan antara satu dengan lainnya (Webster,1966, Coffey, 1981, dalam Yunus, 2010). Gejala-gejala dipermukaan bumi yang khas dan tidak merata memiliki pola tertentu. Pola

gejala spasial dapat digambarkan melalui titik, garis dan area. Pola gejala spasial menurut Yunus (2010) pola spasial dapat diklasifikasikan menjadi 3 klasifikasi yaitu reguler, random dan *clustered*.