

BAB I

PENDAHULUAN

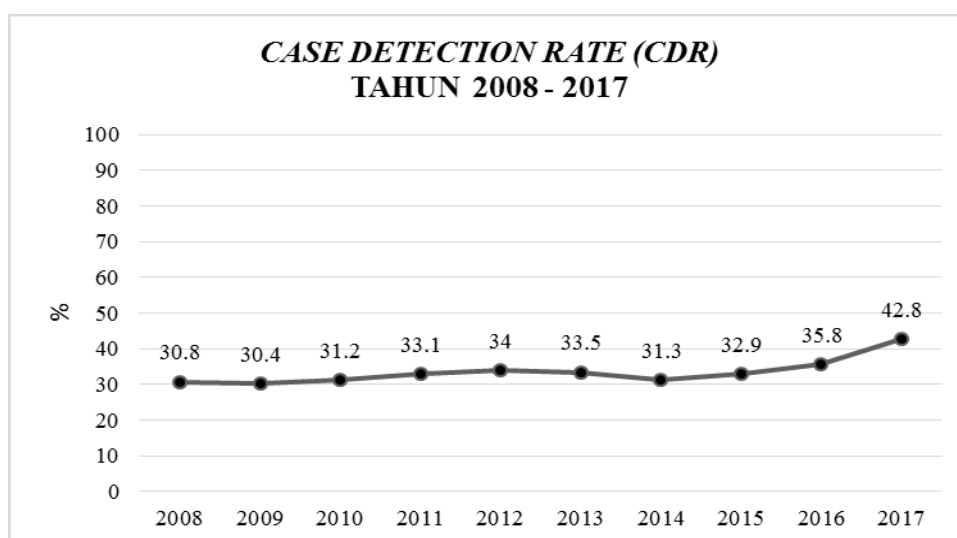
1.1. Latar Belakang

TB atau Tuberkulosis merupakan suatu penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium Tuberculosis* dan dapat menyerang berbagai organ tubuh manusia terutama paru-paru. Hingga saat ini, TB tercatat sebagai salah satu masalah kesehatan dunia yang upaya pengendaliannya masuk dalam *Millenium Development Goals* (MDGs) (WHO, 2013 dalam Thaslifa, 2014). Tuberkulosis menjadi salah satu penyakit infeksius yang diperhitungkan ketika angka morbiditas meningkat terutama di negara berkembang (Somantri, 2007). Selain jumlah yang tinggi, penyakit TB merupakan penyakit yang memiliki tingkat kesembuhan yang relatif kecil. Pasien yang menderita penyakit TB memerlukan pengobatan yang intensif dalam kurun waktu yang cukup lama untuk memperoleh kesembuhan. Penyakit ini dapat menjadi resisten apabila tidak ditangani dengan baik.

Akibat dari bahaya TB yang cukup serius, Perserikatan Bangsa-Bangsa ikut memerangi penyakit ini dengan melakukan penggalangan dana untuk penyakit menular dengan pembentukan *Global Fund Aids, Tuberculosis, and Malaria* (GFATM) pada bulan April tahun 2001. Organisasi ini memberikan penggalangan dana kepada negara-negara yang memiliki kasus penyakit infeksius yang tertinggi, salah satunya Indonesia. Dilansir dari depkes.co.id tahun 2014, GFATM sudah membantu Indonesia sejak tahun 2003 dengan total biaya sebesar Rp. 6 triliun yang pembagiannya meliputi Rp. 2,3 triliun untuk Aids, Rp. 2,4 triliun untuk penanggulangan TB, dan Rp. 1,97 triliun untuk penderita Malaria. Hibah dana bantuan dari GFATM terakhir yaitu di tahun 2018 melalui kementerian kesehatan Indonesia yang dilansir dari depkes.go.id pada tanggal 13 Februari 2018 memberikan dana bantuan senilai USD 264.225.834 untuk periode 2018-2020.

Terlepas dari penggalangan dana dari GFATM, kasus TB paru sampai masih menjadi masalah kesehatan yang utama di berbagai negara di dunia. Berdasarkan *Global Tuberculosis Report* tahun 2015, TB sekarang berada pada

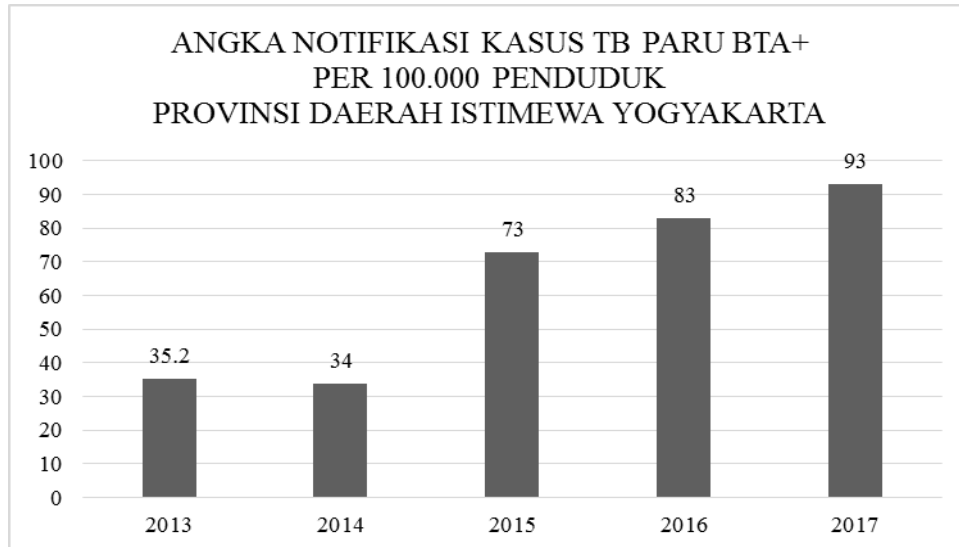
peringkat yang sama dengan penyakit akibat *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) sebagai penyakit infeksi paling mematikan di dunia. Laporan dari *World Health Organization* (WHO) pada tahun 2015 menyebutkan terdapat 9,6 juta kasus TB paru di dunia dan 58% kasus terjadi di daerah Asia Tenggara dan Afrika. Tiga negara dengan insidensi kasus terbanyak tahun 2015 yaitu India (23%), Indonesia (10%), dan China (10%). Indonesia sekarang berada pada ranking kedua negara dengan beban TB tertinggi di dunia. Penyakit TB dapat disebabkan oleh berbagai faktor, yaitu faktor sosial maupun faktor lingkungan. Seperti yang dilihat pada Gambar 1, angka *Case Detection Rate (CDR)* atau angka penemuan kasus TB di Indonesia memiliki grafik yang fluktuatif dan pada tahun 2017 menempati angka tertinggi semenjak tahun 2008 yaitu sebesar 42,8%.



Gambar 1. Gambar Grafik *Case Detection Rate (CDR)* Tahun 2008-2017
Sumber : *Profil Kesehatan Indonesia, 2017*

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu daerah yang memiliki tingkat kepadatan permukiman yang cukup tinggi. Hal tersebut dapat menjadi salah satu faktor terjadinya penyakit TB. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2, angka notifikasi kasus TB paru dengan Basil Tahan Asam positif (BTA+) yang dilansir dari *Profil Kesehatan Indonesia* tahun 2013-2017, memiliki jumlah yang semakin banyak tiap tahunnya dan mencapai angka tertinggi di tahun 2017 sebanyak 93 kasus per 100.000 penduduk. Pasien TB Paru dengan hasil pemeriksaan BTA+ diartikan bahwa pasien tersebut positif memiliki bakteri TB

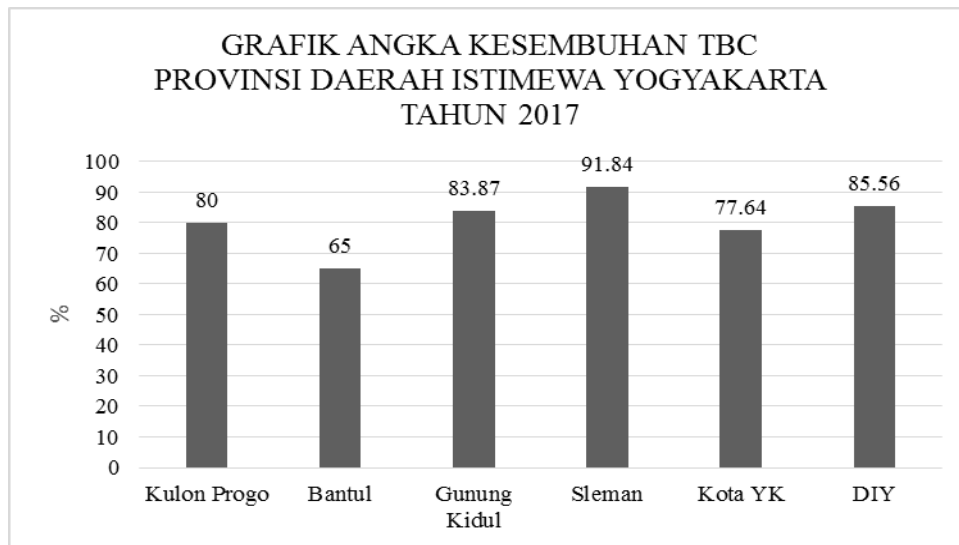
yang mana bakteri tersebut merupakan bakteri yang tahan terhadap asam sehingga pemeriksaannya disebut sebagai Basil Tahan Asam (BTA).



Gambar 2. Angka Notifikasi Kasus TB Paru BTA+ Provinsi DIY

Sumber : Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2013, 2014, 2015, 2016, 2017

Tingginya tingkat kepadatan penduduk di daerah perkotaan, tidak menutup kemungkinan bahwa daerah pedesaan pun memiliki kasus TB Paru yang tidak kalah banyak. Terlebih lagi daerah pedesaan umumnya memiliki fasilitas kesehatan yang kurang lengkap apabila dibandingkan dengan daerah perkotaan. Dengan fasilitas kesehatan yang lebih sedikit dibandingkan daerah perkotaan, penderita TB Paru di daerah pedesaan menjadi kurang memperhatikan kesehatan. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3, angka kesembuhan kasus TB terendah terdapat di Kabupaten Bantul yaitu mencapai 65%.



Gambar 3. Grafik Angka Kesembuhan TB D.I. Yogyakarta Tahun 2017
 Sumber : Profil Kesehatan Provinsi D.I. Yogyakarta Tahun 2017

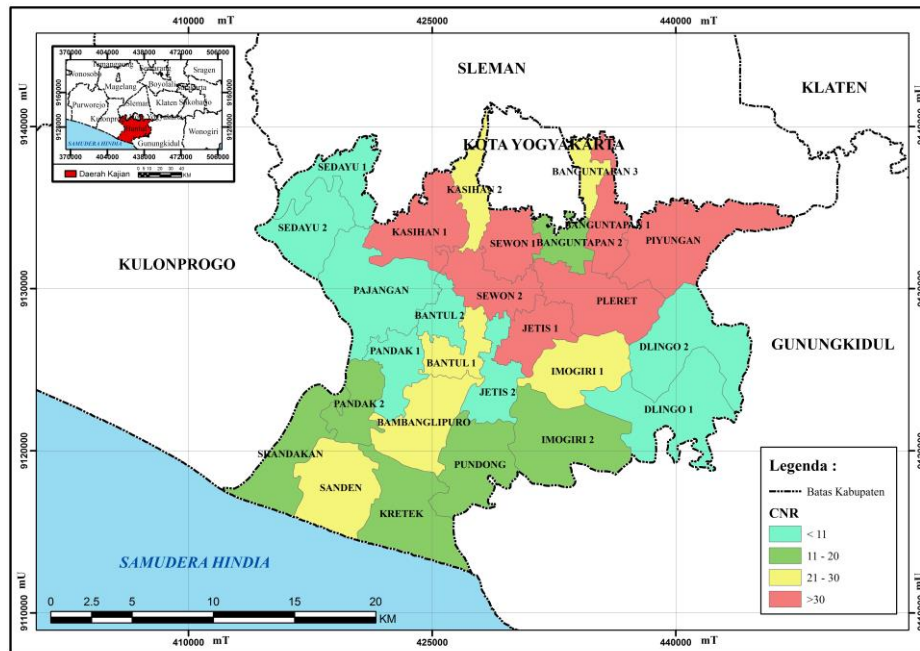
Angka kesembuhan yang kecil menjadikan daerah Kabupaten Bantul sebagai daerah yang membutuhkan bantuan dalam menangani penyakit TB. Kecilnya tingkat kesembuhan tersebut membuktikan bahwa penanganan penyakit TB khususnya TB paru di Kabupaten Bantul belum terlaksana dengan baik, terlebih lagi penyakit TB adalah penyakit yang cukup menular dengan angka risiko kematian yang cukup tinggi. Persebaran penderita TB saat ini masih banyak terbatas dengan data-data tabular dan data grafik, sehingga tidak mudah dalam melakukan analisis persebaran penyakit TB dengan baik. Pembuatan peta persebaran penyakit TB berbasis data spasial dan data lingkungan dapat menjadikan salah satu cara bantuan penanganan kasus TB paru. Dengan pembuatan peta berbasis lingkungan dapat mengetahui faktor-faktor yang sangat berpengaruh terhadap penyakit TB.

Angka kesembuhan yang kecil di Kabupaten Bantul menjadikan masyarakat dan lembaga lain menggelar bala bantuan untuk penganggulangan penyakit TB. Salah satu gerakan yang dibuat adalah membentuk Tim Kerja Kelompok Masyarakat Peduli TB. Gerakan ini dibuat oleh beberapa lembaga yang ada di Kabupaten Bantul, beberapa diantaranya yaitu, Pengurus Daerah Aisyiyah (PDA) Bantul, Pengurus Daerah Muhammadiyah, Dinas Kesehatan, Perkumpulan Pemberantasan Tuberkulosis Indonesia (PPTI), Komisi Penanggulangan Aids

(KPA), Lembaga Kesehatan Nahdatul Ulama (LKNU), dan masih banyak lagi. Salah satu program kerja tim ini adalah menggelar kegiatan pelatihan *Capacity Building For CSO in Communication and Advocation*, di Tembi Rumah Budaya, Kecamatan Sewon. Dengan menghadiri beberapa narasumber ahli di bidang kesehatan maupun bidang komunikasi, gerakan ini diharapkan mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta dalam melakukan komunikasi dan advokasi serta meningkatkan komitmen peserta untuk berperan aktif melakukan advokasi sebagai upaya penanggulangan TB-HIV di wilayah masing-masing (dilansir dari bantul.sorot.co).

Penyakit TB paru disebabkan oleh adanya berbagai faktor pemicu baik dari faktor sosial dan faktor lingkungan. Faktor sosial dapat berupa kepadatan penduduk disuatu daerah, keadaan ekonomi, dan juga perilaku masyarakatnya, sedangkan pada faktor lingkungan dapat berupa kepadatan permukiman, kesehatan lingkungan, penggunaan lahan, daerah topografi dan jarak terhadap pelayanan kesehatan. Masyarakat yang memiliki rumah dengan kondisi lingkungan yang tidak sehat serta kondisi sosial ekonomi yang rendah sangat rentan terhadap penyakit TB. Selain itu, tanpa adanya penanganan yang baik akan mempercepat penularan dari satu orang ke orang lain.

Peta penyebaran penderita TB di Kabupaten Bantul dapat dilihat dari Gambar 4. Terdapat beberapa Kecamatan di Kabupaten Bantul yang tergolong menjadi daerah yang memiliki jumlah penderita tertinggi. Daerah tersebut ialah Kecamatan Kasihan 1, Kecamatan Sewon 1, Kecamatan Sewon 2, Kecamatan Jetis 1, Kecamatan Pleret, Kecamatan Banguntapan 1, dan Kecamatan Piyungan. Daerah-daerah tersebut memiliki jumlah penderita penyakit TB lebih dari 30 orang. Berdasarkan peta persebaran penderita TB di Kabupaten Bantul Tahun 2018, dapat dilihat bahwa kecamatan Sewon merupakan kecamatan yang berada di zona merah yang mana zona tersebut merupakan zona dengan penderita terbanyak di Kabupaten Bantul.



Gambar 4. Persebaran Penderita TB di Kabupaten Bantul Tahun 2017
 Sumber : Profil Kesehatan Kabupaten Bantul Tahun 2018

Teknologi di bidang Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG) saat ini telah mengalami banyak perkembangan. Pemanfaatannya bahkan bukan hanya pada bidang geografi saja, melainkan sudah dimanfaatkan oleh banyak orang baik di bidang wirausaha, pendidikan, kesehatan, bahkan untuk kepentingan militer. Penginderaan jauh merupakan ilmu pengetahuan dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh menggunakan piranti tanpa kontak langsung dengan objek, daerah atau fenomena yang dikaji (Lillesand, *et al.*, 2007 dalam Sutanto, 2013). Adanya teknologi penginderaan jauh memungkinkan manusia untuk mengenali objek tanpa adanya kontak langsung, yaitu dengan menggunakan citra maupun foto udara.

Citra yang dihasilkan dari satelit penginderaan jauh memiliki beragam resolusi baik spektral, temporal, maupun spasial. Resolusi tersebut dibedakan menjadi resolusi tinggi, resolusi menengah, dan resolusi rendah. Menurut Nana Suwargana (2013) semakin kecil ukuran terkecil yang dapat direkam oleh suatu sistem sensor, berarti sensor itu semakin baik karena dapat menyajikan data informasi yang semakin rinci. Resolusi spasial yang baik dikatakan resolusi tinggi

atau halus sedangkan yang kurang baik berupa resolusi kasar atau rendah. Resolusi spasial tinggi berkisar antara 0,6 – 4 m, resolusi menengah 4 – 30 m, dan resolusi rendah berkisar antara 30 - <1000 m. Semakin detil suatu citra akan memiliki kenampakan yang semakin mirip dengan keadaan aslinya. Kemampuan tersebut dapat digunakan untuk tujuan tertentu seperti halnya untuk menyadap data lingkungan yang dapat berhubungan dengan kondisi kesehatan manusia. Kondisi lingkungan pada suatu daerah tentunya sangat berpengaruh terhadap kesehatan penduduk setempat, sehingga agar dapat memperoleh data yang baik memerlukan citra dengan resolusi spasial yang tinggi, salah satunya dengan menggunakan citra Quickbird.

Citra Quickbird merupakan citra resolusi spasial tinggi dengan nilai resolusi spasial sebesar 0,6 meter untuk pankromatik dan 2,44 meter untuk multispektral sehingga dapat menghasilkan gambar yang cukup detil. Citra 2 Quickbird juga memiliki 4 saluran yaitu saluran *visible* (Merah, Hijau, dan Biru) dan saluran inframerah. Keempat saluran tersebut memungkinkan citra Quickbird untuk dapat menghasilkan rona/warna yang sama pada kenampakan nyata. Hasil penyadapan data dari citra Quickbird berupa interpretasi data sehingga akan lebih informatif jika dipadukan atau diintegrasikan dengan menggunakan SIG atau Sistem Informasi Geografis.

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem informasi berbasis komputer (*computer based systems*) yang memungkinkan seorang peneliti untuk mengambil, menyimpan, memanipulasi, melakukan pemodelan, melakukan analisis dan penyajian data yang bersifat spasial/bereferensi keruangan (Lai *et al.*, 2009 dalam Rahmanti, 2012). Teknologi penginderaan jauh dan SIG sangat memungkinkan untuk menyadap informasi-informasi terkait suatu keadaan lingkungan. Lingkungan yang baik akan mempengaruhi tingkat kenyamanan masyarakat yang tinggal di tempat tersebut. Sebaliknya, lingkungan yang tidak terawat akan menghasilkan tingkat kenyamanan yang rendah dan juga dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat. Keadaan permukiman yang padat dan kumuh dapat menjadi sarang bakteri maupun virus dan dapat menjangkit masyarakat yang tinggal di daerah tersebut serta dapat sangat membahayakan

kesehatan, khususnya penyakit menular. Penyakit menular yang cukup mematikan dan banyak terjadi di Indonesia adalah penyakit TB.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan hasil dari uraian latar belakang diatas, dapat diketahui bahwa penyakit TB atau Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit yang cukup berbahaya dan masih merupakan permasalahan kesehatan yang cukup serius di negara berkembang. Diperkirakan penyakit TB paru merupakan penyakit yang banyak menyerang masyarakat usia produktif sehingga dapat menurunkan pendapatan daerah maupun pendapatan negara.

Selain aspek ekonomi, penyakit TB paru memberikan dampak buruk bagi aspek sosial masyarakat. Penderita penyakit ini terkadang dikucilkan dengan masyarakat sekitar karena dianggap mengidap penyakit menular yang memiliki tingkat kesembuhan yang relatif lama. Kerugian yang ditimbulkan dari penyakit TB paru cukup serius, mulai dari aspek kesehatan, ekonomi, dan aspek sosial, sehingga apabila tidak ditanggulangi lebih lanjut akan lebih berdampak buruk bagi kesejahteraan rakyat secara menyeluruh. Tak terkecuali di Kabupaten Bantul yang memiliki angka kesembuhan penyakit yang kecil.

Kendala yang sering ditemui dalam melakukan analisis spasial suatu penyakit salah satunya adalah kurang banyaknya data spasial mengenai kondisi lingkungan, serta perlunya metode analisis spasial untuk mengetahui tingkat kerentanan suatu daerah terhadap penyakit TB paru beserta faktor-faktor pemicunya. Dengan adanya data spasial berupa tingkat kerentanan wilayah dapat membantu dalam pelaksanaan penanganan kasus TB paru. Pemetaan dapat dibuat untuk mengetahui informasi spasial mengenai distribusi penyebaran maupun kerentanan wilayah terhadap penyakit TB paru. Informasi spasial dapat secara cepat diterima oleh pembaca daripada menggunakan data tabular. Hal tersebut dikarenakan pada tampilan visual, peta lebih menarik dan informatif dengan penggunaan simbol-simbol pada peta.

Salah satu faktor pemicu penyakit TB paru adalah kondisi rumah. Parameter kondisi rumah dapat diperoleh melalui citra penginderaan jauh dan juga

survei lapangan. Citra penginderaan jauh sangat bermanfaat dalam penelitian karena dapat mempersingkat waktu, menghemat biaya, menghemat tenaga pada saat cek lapangan, dan juga dapat memberikan gambaran untuk pengamatan area kajian yang luas. Parameter kondisi rumah memiliki tingkat hubungan yang berbeda-beda. Nilai dari hubungan tersebut dapat diperoleh melalui analisis statistik.

Berdasarkan uraian diatas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut

1. Bagaimana persebaran penderita penyakit TB Paru di Kecamatan Sewon ?
2. Seberapa besar hubungan parameter kondisi rumah dengan penyakit TB Paru ?
3. Bagaimana tingkat kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit TB paru di Kecamatan Sewon ?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui persebaran penderita penyakit TB paru di Kecamatan Sewon.
2. Mengetahui besar hubungan parameter kondisi rumah dengan penyakit TB paru di Kecamatan Sewon
3. Mengetahui tingkat kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit TB paru di Kecamatan Sewon.

1.4. Kegunaan Penelitian

1. Bagi Ilmu Pengetahuan
 - a. Penelitian ini digunakan sebagai kontribusi terhadap ilmu Penginderaan Jauh dan SIG serta ilmu Kesehatan Lingkungan dalam membantu penanggulangan penyakit TB paru.
2. Bagi Masyarakat
 - a. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi yang dapat diterima di masyarakat secara mudah serta dapat memberikan gambaran langsung terhadap penyebaran dan tingkat kerentanan wilayah terhadap penyakit TB paru.

- b. Masyarakat dapat lebih peduli terhadap lingkungan yang merupakan salah satu penyebab penyakit TB paru dan dapat lebih mawas diri terhadap penyakit tersebut, sehingga dapat menjadi salah satu informasi dalam menanggulangi penyakit TB paru.

1.5. Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1.5.1. Telaah Pustaka

1.5.1.1. Penyakit Tuberkulosis

Tuberkulosis adalah penyakit menular langsung yang disebabkan oleh kuman TB (*Mycobacterium tuberculosis*), yang menyerang terutama paru dan disebut juga tuberkulosis paru. Bila menyerang organ selain paru (kelenjar limfe, kulit, otak, tulang, usus, ginjal) disebut tuberkulosis ekstra paru. *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). Kuman tuberkulosis cepat mati dengan sinar matahari langsung, tetapi dapat bertahan hidup beberapa jam di tempat yang gelap dan lembab. Dalam jaringan tubuh, kuman ini dapat *dormant* atau tertidur lama dalam beberapa tahun (Ruswanto, 2010).

1.5.1.1.1. Cara Penularan Tuberkulosis

Tuberkulosis ditularkan melalui udara oleh penderita dengan BTA (Basil Tahan Asam) positif pada saat batuk, bersin, bicara atau bernyanyi karena basil ikut keluar bersama percikan dahak (Litbangkes, Kemenkes RI 2013). Droplet yang mengandung kuman dapat bertahan di udara pada suhu kamar selama beberapa jam. Orang dapat terinfeksi kalau droplet tersebut terhirup kedalam saluran pernafasan, kuman TB Paru tersebut dapat menyebar dari paru ke bagian tubuh lainnya, melalui sistem peredaran darah, sistem saluran limfe, saluran nafas, atau penyebaran langsung ke bagian-bagian tubuh lainnya. Daya penularan dari seorang penderita ditentukan oleh banyaknya kuman yang dikeluarkan dari parunya. Makin tinggi derajat positif hasil pemeriksaan dahak negatif (tidak terlihat kuman), maka penderita tersebut dianggap tidak menular. Kemungkinan seseorang terinfeksi TB Paru ditentukan oleh konsentrasi droplet dalam udara dan lamanya menghirup udara tersebut. Faktor yang mempengaruhi kemungkinan seseorang menjadi penderita TB paru adalah daya tahan tubuh yang rendah, diantaranya gizi buruk atau HIV/AIDS (Fatimah, 2008).

Seorang penderita TB paru dengan BTA positif yang derajat positifnya tinggi berpotensi menularkan penyakit TB. Setiap satu BTA positif akan menularkan kepada 10-15 orang lainnya, sehingga kemungkinan setiap kontak untuk tertular TB adalah 17%. Hasil studi lainnya melaporkan bahwa kontak terdekat (misalnya keluarga serumah) akan dua kali berisiko dibandingkan kontak biasa (tidak serumah) (Widoyono, 2008: 15 dalam Fitriani, 2013).

1.5.1.1.2. Faktor Risiko Penyakit Tuberkulosis

Ada beberapa faktor kemungkinan menjadi risiko terjadinya penyakit tuberkulosis paru diantaranya yaitu faktor kependudukan (umur, jenis kelamin, status gizi, peran keluarga, tingkat pendapatan, tingkat pendidikan), faktor hunian (intensitas percahayaan, jenis lantai, kelembaban rumah, suhu dan jenis dinding), faktor perilaku (kebiasaan membuka jendela setiap pagi dan kebiasaan merokok) dan riwayat kontak (Achmadi, 2005 : 282, Kemenkes RI, 2010: 15 dalam Fitriani, 2013).

1.5.1.1.2.1. Faktor Kependudukan

1. Umur

Variabel umur memiliki peran dalam kejadian penyakit TB, yaitu dilihat dari hasil penelitian yang dilakukan di New York pada panti penampungan gelandangan menunjukkan kemungkinan terinfeksi TB meningkat sesuai dengan umur. Prevalensi TB meningkat seiring dengan peningkatan usia. Prevalensi pada wanita mencapai maksimum pada usia 40-50 tahun dan kemudian berkurang, sedangkan pada pria prevalensi terus meningkat sampai sekurang-kurangnya mencapai usia 60 tahun (Crofton, 2002 dalam Wastuwidya, 2015).

Kekuatan untuk melawan infeksi adalah tergantung pertahanan tubuh dan ini sangat dipengaruhi oleh umur penderita. Pada awal kelahiran pertahanan tubuh sangat lemah dan akan meningkat secara perlahan sampai umur 10 tahun, setelah masa pubertas pertahanan tubuh lebih baik dalam mencegah penyebaran infeksi melalui darah, tetapi lemah dalam mencegah penyebaran infeksi di paru. Tingkat umur penderita dapat mempengaruhi kerja efek obat, karena metabolisme obat dan fungsi organ tubuh kurang efisien pada bayi

yang sangat muda dan pada orang tua, sehingga dapat menimbulkan efek yang lebih kuat dan panjang pada kedua kelompok umur ini (Crofton, 2002 dalam Ruswanto, 2010).

2. Jenis kelamin

Dari catatan statistik meski tidak selamanya konsisten, mayoritas penderita tuberkulosis paru adalah wanita, hal ini masih memerlukan penyelidikan dan penelitian lebih lanjut, baik pada tingkat *behavioural*, tingkat kejiwaan, sistem pertahanan tubuh, maupun tingkat *molekuler*. Untuk sementara, diduga jenis kelamin wanita merupakan faktor risiko yang masih memerlukan *evidence* pada masing-masing wilayah sebagai dasar pengendalian atau dasar manajemen (Ruswanto, 2010).

3. Status Gizi

Apabila kualitas dan kuantitas gizi yang masuk dalam tubuh cukup akan berpengaruh pada daya tahan tubuh sehingga tubuh akan tahan terhadap infeksi kuman tuberkulosis paru. Namun apabila keadaan gizi buruk maka akan mengurangi daya tahan tubuh terhadap penyakit ini, karena kekurangan kalori dan protein serta kekurangan zat besi, dapat meningkatkan risiko tuberkulosis paru (Fatimah, 2008). Gizi kurang sangat berhubungan dengan penyakit infeksius seperti pneumonia, gangguan gastrointestinal, malabsorpsi, TB, dan HIV (WHO, 2013 dalam Rukmana, 2016).

4. Pendidikan dan Ekonomi

Tingkat pendidikan dan jenis pekerjaan sangat mempengaruhi terjadinya kasus tuberkulosis paru atau keberhasilan pengobatan, status sosial ekonomi keluarga diukur dari jenis, keadaan rumah, kepadatan penghuni per kamar, status pekerjaan dan harta kepemilikan (Schoeman, 1991 dalam Ruswanto, 2010). Komunikasi antara pasien dengan dokter maupun farmasi sangat menentukan apa yang diketahui pasien tentang treatmentnya dan apa yang diperoleh dari dokternya. Hal ini dapat dilakukan melalui komunikasi secara lisan, instruksi tertulis, peralatan audiovisual, terapi terkontrol, peralatan dan program khusus.

WHO (2003) menyebutkan 90% penderita tuberkulosis paru di dunia menyerang kelompok dengan sosial ekonomi lemah atau miskin. Hubungan antara kemiskinan dengan penyakit tubekulosis bersifat timbal balik. Tuberkulosis merupakan penyebab kemiskinan dan karena miskin maka manusia menderita tuberkulosis (Ruswanto, 2010).

1.5.1.1.2.2. Faktor Hunian

1. Intensitas Cahaya Matahari

Sinar matahari dapat dimanfaatkan untuk pencegahan penyakit tuberkulosis paru, dengan mengusahakan masuknya sinar matahari pagi ke dalam rumah. Cahaya matahari masuk ke dalam rumah melalui jendela atau genteng kaca. Diutamakan sinar matahari pagi mengandung sinar ultraviolet yang dapat mematikan kuman (Depkes RI, 1994 dalam Fatimah, 2008). Kuman tuberkulosis dapat bertahan hidup bertahun-tahun lamanya, dan mati bila terkena sinar matahari, sabun, lisol, karbol dan panas api. Rumah yang tidak masuk sinar matahari mempunyai resiko menderita tuberkulosis 3-7 kali dibandingkan dengan rumah yang dimasuki sinar matahari (Fatimah, 2008).

2. Jenis Lantai

Secara hipotesis jenis lantai tanah memiliki peran terhadap proses kejadian tuberkulosis, melalui kelembaban dalam ruangan. Lantai tanah cenderung menimbulkan kelembaban, dengan demikian viabilitas kuman tuberkulosis di lingkungan juga sangat dipengaruhi. Lantai yang tidak memenuhi syarat dapat dijadikan tempat hidup dan perkembangbiakan 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 seperti tegel, semen atau keramik. (Ruswanto, 2010)

3. Ventilasi

Ventilasi dapat menjaga agar aliran udara di dalam rumah tetap mengalir dengan baik, sehingga keseimbangan oksigen dan kelembaban udara yang diperlukan oleh penghuni rumah tetap terjaga. Kurangnya ventilasi

dapat menyebabkan kelembaban udara meningkat. Kelembaban merupakan media pertumbuhan bakteri-bakteri penyebab penyakit, seperti tuberkulosis (Notoatmodjo, 2003 dalam Wastuwidya, 2015).

Faktor yang digunakan pada penelitian tidak semuanya diambil dari penjelasan faktor diatas. Faktor hunian yang digunakan adalah intensitas cahaya, jenis lantai, dan ventilasi. Faktor-faktor yang digunakan lainnya seperti kepadatan permukiman, serta kondisi bangunan dan persebaran pasien TB dirasa cukup dalam pembuatan peta daerah kerentanan penyakit TB.

1.5.1.2. Penginderaan Jauh

Pengembangan ilmu penginderaan jauh dan sistem informasi geografis ini didukung dengan beberapa sumber data olahannya seperti halnya foto udara, peta publikasi ataupun citra penginderaan jauh. Salah satu sumber data olahan yang dimanfaatkan dalam penelitian ini adalah citra penginderaan jauh. Menurut Lillesand *et al.*, 2007 (dalam Sutanto, 2013) penginderaan jauh ialah ilmu pengetahuan dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh menggunakan piranti tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji. Menurut Sutanto dengan merujuk dari definisi para tokoh penginderaan jauh merupakan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni perolehan informasi objek di permukaan bumi melalui hasil rekamannya (Sutanto, 2013).

Hasil rekaman dari data penginderaan jauh berupa citra yang memiliki variasi resolusi, baik spasial, spektral dan temporal. Varian resolusi tersebut memberikan tambahan informasi yang saling melengkapi. Sebaran bentukan garis lurus yang membentuk jalur-jalur memberikan informasi terdapatnya suatu aktifitas di lokasi tersebut. Bentuk-bentuk teratur yang menyerupai rumah menambah informasi bahwa lokasi tersebut juga menjadi tempat tinggal. Dua informasi tersebut berasal dari adanya variasi spasial obyek pada citra. Warna merah kecoklatan memperjelas pembedaan kumpulan obyek rumah dengan lahan bertutupan vegetasi yang berwarna hijau. Tambahan informasi ini berasal dari adanya variasi spektral yang dapat secara detil menambah akurasi identifikasi

obyek. Perubahan jumlah obyek pada satu lokasi yang terdapat pada dua atau lebih citra akan memberikan informasi tentang pertumbuhan fenomena di lokasi tersebut. Informasi pada suatu lokasi yang sama dari dua citra yang berbeda waktu perekamannya memberikan informasi multi temporal. Informasi multi temporal ini sangat bermanfaat dalam menganalisis perubahan fenomena yang terjadi pada rentang waktu tertentu di lokasi tersebut.

Satelit penginderaan jauh sumber daya yang banyak dimanfaatkan selama ini merupakan satelit yang menggunakan sistem optis. Penginderaan jauh sistem optis ini memanfaatkan spektrum tampak hingga infra merah (Liang, 2004). Rentang gelombang elektromagnetik yang lebih luas dalam penginderaan jauh meliputi gelombang pendek mikro hingga spektrum yang lebih pendek seperti gelombang infra merah, gelombang tampak, dan gelombang ultra violet (Elachi, 2006).

Penginderaan jauh berkembang dalam bentuk pemotretan muka bumi melalui wahana pesawat terbang yang menghasilkan foto udara dan bentuk penginderaan jauh berteknologi satelit yang mendasarkan pada konsep gelombang elektromagnetis. Dalam perkembangannya saat ini, dengan adanya teknologi satelit beresolusi tinggi, pengenalan sifat fisik dan bentuk obyek dipermukaan bumi secara individual juga dapat dilakukan (Liang, 2004).

Pada dasarnya teknologi pemotretan udara dan penginderaan jauh berteknologi satelit adalah suatu teknologi yang merekam interaksi berkas cahaya yang berasal dari sinar matahari dan obyek di permukaan bumi. Pantulan sinar matahari dari obyek di permukaan bumi ditangkap oleh kamera atau sensor. Tiap benda atau obyek memberikan nilai pantulan yang berbeda sesuai dengan sifatnya. Pada pemotretan udara rekaman dilakukan dengan media seluloid (film), sedangkan penginderaan jauh melalui media pita magnetik dalam bentuk sinyal-sinyal digital. Dalam perkembangannya potret udara juga seringkali dilakukan dalam bentuk digital. Data penginderaan jauh adalah berupa citra. Citra penginderaan jauh memiliki beberapa bentuk yaitu foto udara ataupun citra satelit. Data penginderaan jauh tersebut adalah hasil rekaman obyek muka bumi oleh

sensor. Data penginderaan jauh ini dapat memberikan banyak informasi setelah dilakukan proses interpretasi terhadap data tersebut.

Kemampuan teknologi penginderaan jauh dalam perolehan informasi yang luas tanpa persinggungan langsung dengan obyeknya banyak dimanfaatkan dalam berbagai hal yang bersifat spasial. Hingga saat ini penginderaan jauh telah diaplikasikan untuk keperluan pengelolaan lingkungan, ekologi, degradasi lahan, bencana alam, perubahan iklim, bahkan risiko penyakit. Salah satu risiko penyakit yang dapat diteliti dengan menggunakan data penginderaan jauh adalah penyakit TB paru, karena penyakit TB paru dapat bersumber dari faktor lingkungan yang dapat diperoleh dengan penginderaan jauh skala detil. Data penginderaan jauh skala detil dapat menghasilkan informasi-informasi spasial yang sangat dibutuhkan baik untuk risiko penyakit TB paru maupun penyakit lainnya. Informasi spasial yang dimaksud ialah berupa parameter fisik yang dapat diperoleh dari data-data penginderaan jauh. Data-data penginderaan jauh yang dapat dimanfaatkan yaitu citra penginderaan jauh.

1.5.1.3. Interpretasi Citra Penginderaan Jauh

Interpretasi citra merupakan serangkaian kegiatan identifikasi, pengukuran dan penterjemahan data-data pada sebuah atau serangkaian data penginderaan jauh untuk memperoleh informasi yang bermakna. Sebuah data penginderaan jauh dapat diturunkan banyak informasi dari serangkaian proses interpretasi citra ini. Dalam proses interpretasi, obyek diidentifikasi berdasarkan pada karakteristik berikut:

- Target dapat berupa fitur titik, garis, ataupun area.
- Target harus dapat dibedakan dengan obyek lainnya.

Proses interpretasi citra dibutuhkan unsur interpretasi citra untuk membedakan karakteristik objek yang tergambar pada citra. Menurut (Susanto, 1986) menyebutkan beberapa unsur interpretasi, yaitu :

1. Rona dan warna, rona adalah tingkat kecerahan objek pada citra yang ditunjukkan dalam tingkatan hitam ke putih atau sebaliknya, sedangkan warna adalah wujud yang tampak oleh mata.

2. Bentuk, bentuk merupakan suatu kenampakan objek yang dapat berupa persegi, persegi panjang, bulat, dan lain-lain.
3. Ukuran, ukuran dalam sebuah citra selalu dikaitkan dalam skala, dimana dalam ukuran citra ini berupa jarak, luas, tinggi, lereng, dan volume.
4. Tekstur, tekstur merupakan perubahan dari suatu rona pada citra, dimana tekstur sering dinyatakan dengan kasar dan halus.
5. Pola, pola adalah gambaran umum suatu objek yang dinyatakan dalam tingkat keteraturan ataupun tidak teratur dari suatu objek yang tergambar pada citra.
6. Bayangan, bayangan merupakan sifat yang menyembunyikan detail objek yang berada di daerah gelap, dimana bayangan ini dapat berfungsi untuk mengetahui waktu perekaman dalam suatu citra.
7. Situs, situs merupakan lokasi objek yang dihubungkan dengan lingkungan yang ada disekitarnya, sehingga dapat membantu pengenalan objek dalam citra lebih baik.
8. Asosiasi, asosiasi sering dikaitkan anantara objek satu dengan objek yang lain, sehingga dapat dijadikan petunjuk bagi objek yang lainnya.

1.5.1.4. Citra QuickBird

QuickBird-2 merupakan satelit resolusi tinggi yang telah diluncurkan pada tanggal 18 Oktober 2001 di Vandenberg Air Force Base (California). Satelit yang dimiliki dan dioperasikan oleh DigitalGlobe ini diluncurkan dengan periode orbit 93,5 menit, *sun-synchronous* pada ketinggian 450 km, sudut inklinasi $97,2^\circ$, *revisit time* 1 hingga 4 hari, dan menghasilkan *scene* dengan ukuran sekitar 16km x 16 km (Prahasta, 2009). Citra Quickbird memiliki resolusi spasial saluran pankromatik sebesar 0,61 x 0,61 m dan empat saluran *visible/near-infrared* sebesar 2,44 x 2,44 m. Data yang dihasilkan memiliki jumlah 11 bits (nilai kecerahan dari 0 sampai 2.047) (Jensen, 2007). Contoh gambar citra satelit QuickBird dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Citra Satelit QuickBird Daerah Sebagian Kecamatan Sewon Tahun 2014
 Sumber : BAPPEDA Kabupaten Bantul, 2014

Produk-produk sensor satelit QuickBird merupakan sumber daya yang sangat baik untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan di bidang-bidang analisis perubahan lahan, pertanian, industri minyak & gas, monitoring infrastruktur rekayasa & konstruksi, dan kehutanan (Prahasta, 2009). Citra Quickbird memiliki beberapa *band* citra dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 1. Citra Quickbird memiliki saluran *visible* dan pankromatik dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Tabel Spesifikasi Citra Satelit QuickBird

Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	0.65m GSD pada nadir	2.62m GSD pada nadir
Resolusi Spasial 20 Derajat Dari Nadir	0.73 meter	2.9 meter
Jangkauan Spektral	450 – 900 nm	Biru (450 – 520nm) Hijau (520 – 600nm) Merah (630 – 690nm) IR dekat (760 – 900nm)
Lebar Sapuan	16.8 km pada nadir 18 km pada 20 derajat dari nadir	
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	Hingga 30 derajat Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	11 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 10 tahun	
Waktu Pengulangan	1 hingga 3,5 hari Pada Latitude 30 derajat (off nadir)	
Ketinggian Orbit	450/482 km	
Waktu Lintasan Equatorial	10:30 A.M (descending mode)	
Orbit	97.2 derajat sinkron matahari	
Waktu Orbit	93.5 menit	

Lanjutan Tabel 1.	
Kecepatan Pada Orbit	7.1 km per detik (25.560 km/jam)
Level Proses	Basic, Standard, Orthorectified
Harga	\$. 16 per km ² untuk arsip (lebih 90 hari) \$. 25 per km ² untuk fresh arsip (kurang dari 90 hari)
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk data arsip Minimum 100 km ² untuk data pesan (tasking) (dengan jarak antar vertex minimum 5km)
Akurasi	23 meter horizontal (CE90)

Sumber : Pustafekgan LAPAN, 2015

Tabel 2. Spesifikasi Bands Citra Quickbird

DigitalGlobe, Inc.		
QuickBird		
<i>Band</i>	Resolusi Spektral (μm)	Resolusi Spasial (m) pada Nadir
1	0,45 – 0,52	2,44 x 2,44
2	0,52 – 0,60	2,44 x 2,44
3	0,63 – 0,69	2,44 x 2,44
4	0,76 – 0,89	2,44 x 2,44
Pan	0,45 – 0,90	0,61 x 0,61
Sensor	<i>Linear array pushbroom</i>	
Lebar sapuan	20 sampai 40 km	
<i>Rate</i>	50 Mb/s	
Perekaman	1 sampai 5 hari tergantung pada <i>latitude</i>	
Orbit	600 km, tidak <i>sun-synchronous</i> <i>Equatorial crossing variable</i>	
Diluncurkan	8 Oktober 2001	

Sumber : Jensen, 2007

Sementara itu, dengan merujuk pada pilihan produknya, citra digital QuickBird terdiri dari beberapa jenis :

- *Panchromatic*. Citra hitam-putih yang sangat baik untuk analisis visual.
- *Multispectral*. Beberapa band citra yang mencakup spectrum VNIR yang sangat baik untuk analisis multi-spektral.
- *Bundled*. Gabungan produk-produk *panchromatic* dan *multispectral*.
- *Pan-sharpened*. 4-band citra digital yang mengkombinasikan informasi spasial keempat *band* multispectral (VNIR) dengan informasi spasial milik *band* pankromatik-kombinasi sedemikian rupa hingga citra-citra (*bands*) digital *multispectral* akan berada dalam resolusi tinggi (pankromatik).

Citra QuickBird termasuk kedalam citra dengan resolusi spasial detil sehingga memiliki informasi-informasi yang dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan. Salah satunya dapat digunakan sebagai sumber informasi data untuk pemetaan risiko penyakit TB paru. Penyakit TB paru merupakan penyakit yang dapat bersumber dari lingkungan dan juga penularan sehingga membutuhkan informasi spasial skala detil untuk menentukan tingkat kerentanan penyakit tersebut.

1.5.1.5. Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis adalah sistem komputer yang digunakan untuk memasukkan (*capturing*), menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, dan menampilkan data-data yang berhubungan dengan posisi-posisi dipermukaan bumi (Rice, 2000 dalam Prahasta, 2009). Dari definisi diatas dapat disimpulkan Sistem Informasi Geografis memiliki bagian yaitu data input, proses (manajemen, manipulasi dan analisis) dan data outputnya. Hingga saat ini tidak ada pengertian baku mengenai SIG, karena definisi ini akan selalu berkembang luas.

Tujuan pokok dari pemanfaatan Sistem Informasi Geografis adalah untuk mempermudah mendapatkan informasi yang telah diolah dan tersimpan sebagai atribut suatu lokasi atau obyek. Ciri utama data yang bisa dimanfaatkan dalam Sistem Informasi Geografis adalah data yang telah terikat dengan lokasi dan merupakan data dasar yang belum dispesifikasi (Dulbahri, 1993).

Data-data yang diolah dalam SIG pada dasarnya terdiri dari data spasial dan data atribut dalam bentuk digital, dengan demikian analisis yang dapat digunakan adalah analisis spasial dan analisis atribut. Data spasial merupakan data yang berkaitan dengan lokasi keruangan yang umumnya berbentuk peta. Sedangkan data atribut merupakan data tabel yang berfungsi menjelaskan keberadaan berbagai objek sebagai data spasial.

Penyajian data spasial mempunyai tiga cara dasar yaitu dalam bentuk titik, bentuk garis dan bentuk area (*polygon*). Titik merupakan kenampakan tunggal dari sepasang koordinat x,y yang menunjukkan lokasi suatu obyek berupa

ketinggian, lokasi kota, lokasi pengambilan sample dan lain-lain. Garis merupakan sekumpulan titik-titik yang membentuk suatu kenampakan memanjang seperti sungai, jalan, kontur dan lain-lain. Sedangkan area adalah kenampakan yang dibatasi oleh suatu garis yang membentuk suatu ruang homogen, misalnya: batas daerah, batas penggunaan lahan, pulau dan lain sebagainya.

Struktur data spasial dibagi dua yaitu model data raster dan model data vektor. Data raster adalah data yang disimpan dalam bentuk kotak segi empat (grid)/sel sehingga terbentuk suatu ruang yang teratur. Data vektor adalah data yang direkam dalam bentuk koordinat titik yang menampilkan, menempatkan dan menyimpan data spasial dengan menggunakan titik, garis atau area (polygon) (Barus dan Wiradisastra, 2000).

Lukman (1993) menyatakan bahwa sistem informasi geografi menyajikan informasi keruangan beserta atributnya yang terdiri dari beberapa komponen utama yaitu:

1. Masukan data merupakan proses pemasukan data pada komputer dari peta (peta topografi dan peta tematik), data statistik, data hasil analisis penginderaan jauh data hasil pengolahan citra digital penginderaan jauh, dan lain-lain. Data-data spasial dan atribut baik dalam bentuk analog maupun data digital tersebut dikonversikan kedalam format yang diminta oleh perangkat lunak sehingga terbentuk basisdata (*database*). Menurut Anon (2003) basisdata adalah pengorganisasian data yang tidak berlebihan dalam komputer sehingga dapat dilakukan pengembangan, pembaharuan, pemanggilan, dan dapat digunakan secara bersama oleh pengguna.
2. Penyimpanan data dan pemanggilan kembali (*data storage* dan *retrieval*) ialah penyimpanan data pada komputer dan pemanggilan kembali dengan cepat (penampilan pada layar monitor dan dapat ditampilkan/cetak pada kertas).
3. Manipulasi data dan analisis ialah kegiatan yang dapat dilakukan berbagai macam perintah misalnya overlay antara dua tema peta, membuat *buffer zone* jarak tertentu dari suatu area atau titik dan sebagainya. Anon (2003) mengatakan bahwa manipulasi dan analisis data merupakan ciri utama dari

SIG. Kemampuan SIG dalam melakukan analisis gabungan dari data spasial dan data atribut akan menghasilkan informasi yang berguna untuk berbagai aplikasi.

4. Pelaporan data ialah dapat menyajikan data dasar, data hasil pengolahan data dari model menjadi bentuk peta atau data tabular. Menurut Barus dan wiradisastra (2000) Bentuk produk suatu SIG dapat bervariasi baik dalam hal kualitas, keakuratan dan kemudahan pemakainya. Hasil ini dapat dibuat dalam bentuk peta-peta, tabel angka-angka: teks di atas kertas atau media lain (*hard copy*), atau dalam cetak lunak (seperti *file* elektronik).

Sebagaimana telah diketahui bahwa SIG adalah sistem yang berkemampuan dalam menjawab baik pertanyaan spasial maupun pertanyaan non-spasial beserta kombinasinya (*queries*) dalam rangka memberikan solusi-solusi atas permasalahan keruangan. Artinya, sistem ini memang sengaja dirancang untuk mendukung berbagai analisis terhadap informasi geografis: teknik-teknik yang digunakan untuk meneliti dan mengeksplorasi data dari perspektif keruangan, untuk mengembangkan, menguji model-model, dan menyajikan kembali datanya sedemikian rupa hingga dapat meningkatkan pemahaman dan wawasan. Teknik-teknik ini berada di dalam sebuah payung umum yang bernama “analisis spasial”. Inilah yang membedakan SIG dengan tipe-tipe sistem informasi yang lain. Di dalam SIG, segala teknik atau *layer* (tematik) keruangan dilakukan di dalam fungsi analisis yang satu ini. Dan demikian *powerful*-nya fungsi analisis spasial yang dimilikinya hingga menjadikan SIG sebagai *software tool* yang terkenal hingga pada saat ini.

Overlay adalah analisis spasial esensial yang mengombinasikan dua *layer*/tematik yang menjadi masukannya. Secara umum teknis mengenai analisis ini terbagi kedalam format datanya; raster atau vektor:

- a) Vektor: pada format ini, beberapa perangkat lunak SIG membaginya dalam dua kelompok; *intersect* & *union*. Pada *intersect*, *layer* 2 akan memotong *layer* 1 untuk menghasilkan *layer output* yang berisi atribut-atribut baik dari tabel atribut milik *layer* 1 maupun tabel atribut milik *layer*

2. Sementara pada *union*, analisis spasial akan mengkombinasikan unsur-unsur spasial baik yang terdapat pada layer 1 maupun layer 2 untuk menghasilkan layer baru (yang berdomain spasial terluas). *Layer* dari kedua tabel atribut yang menjadi masukannya.
- b) Raster: secara umum, di dalam terminology data raster, fungsi analisis spasial *overlay* diwujudkan dalam bentuk pemberlakuan beberapa operator aritmatika yang mencakup kebanyakan kasus di mana dua masukan citra digital digunakan untuk menghasilkan sebuah citra digital lainnya (*output*). Dengan demikian, pada analisis spasial ini, nilai-nilai piksel-piksel baru (*composite*). Pada raster / grid, (*layers*) peta dapat dinyatakan sebagai variable-variabel aritmatika yang bisa dikenakan oleh fungsi-fungsi aljabar.

Klasifikasi (*Reclassify*) pada dasarnya merupakan pemetaan suatu besaran yang memiliki interval-interval (*domain*) tertentu kedalam interval-interval yang lain berdasarkan batas-batas atau kategori yang ditentukan (Prahasta, 2009).

Salah satu perkembangan SIG yang menarik adalah epidemiologi spasial (*spatial epidemiology*). Epidemiologi spasial merupakan ilmu untuk mendeskripsikan dan menganalisis keragaman geografis pada penyakit dengan memperhatikan dimensi geografis, lingkungan, perilaku, sosial ekonomi, genetika dan faktor risiko penularan (Guntur, 2009 dalam Fitriana, 2012). Sistem informasi geografis dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan, seperti pada kesehatan masyarakat dan data epidemiologi, contohnya seperti pemetaan fasilitas kesehatan, distribusi spasial kejadian suatu penyakit. Informasi ini akan berguna untuk memetakan risiko penyebaran suatu penyakit, identifikasi serta pola penyebaran suatu penyakit, evaluasi aksesibilitas fasilitas kesehatan dan memperkirakan penyebaran suatu penyakit (Wastuwidya, 2015).

Menurut Dewantari (2016) sistem informasi geografis memiliki beberapa keunggulan di dalam melakukan metode konvensional yang digunakan dalam penelitian kesehatan, yaitu :

- a. Menejemen Data : merupakan manajemen suatu data yang menggunakan basis data SIG sehingga kemudian dapat digunakan untuk mendukung kegiatan survey penyakit yang sangat membutuhkan keberlangsungan sistematika pengumpulan dan analisis suatu data.
- b. Visualisasi : menjadikan SIG sebagai alat yang akurat di dalam menghadirkan informasi spasial terhadap level secara individual dan melakukan model prediksi.
- c. Analisis *overlay* (tumpang susun) : SIG dapat digunakan untuk melakukan analisis secara bersusun dari bagian informasi yang berbeda. Hal tersebut tentu saja akan sangat membantu dalam melakukan pemahaman hubungan antara kasus dengan gambaran yang lebih spesifik.

1.5.1.6. Analisis Distribusi Pola Spasial

Analisis distribusi pola spasial digunakan untuk mengetahui pola spasial suatu objek penelitian. Pola spasial memiliki 3 macam jenis, yaitu pola menyebar, mengelompok, dan pola acak. Analisis distribusi pola spasial dapat dilakukan dengan software ArcGIS. Metode dalam melakukan analisis pola spasial adalah dengan menggunakan *average nearest neighbor distance*.

Cara kerja metode *average nearest neighbor distance* adalah mengukur jarak antara setiap *centroid fitur* dan lokasi *centroid* tetangganya yang terdekat, kemudian rata-rata semua jarak tetangga terdekat. Analisis pola ini menggunakan nilai indeks. Nilai indeks ini dihasilkan dari rasio antara jarak yang diamati dibagi dengan jarak yang diharapkan (jarak yang diharapkan didasarkan pada distribusi acak hipotetis dengan jumlah yang sama fitur yang mencakup total luas yang sama) (Widayani dan Kusuma, 2014).



Gambar 6. Analisis Pola Average Nearest Neighbour

Jika indeks (rasio tetangga terdekat rata-rata) kurang dari 1, maka *feature* dikatakan berpola *clustering* (berkelompok). Jika indeks lebih besar dari 1, tren adalah menuju *disperse* (menyebar).

1.5.1.7. Metode Tabulasi Silang

Metode tabulasi silang (*crosstab*) merupakan prosedur penyajian data dalam bentuk baris dan kolom. Tabulasi silang merupakan metode yang digunakan untuk menguji hubungan antara dua variabel kategori (nominal atau ordinal) dan mungkin ditambah pula suatu variabel berbagai lapisan. Prosedur tabulasi silang memberikan uji yang independen dan ukuran hubungan untuk data nominal dan ordinal.

Metode tabulasi silang yang digunakan pada penelitian tersebut berupa perhitungan korelasi spearman (*spearman correlation*). Hal itu disebabkan karena tipe data yang digunakan berupa ordinal (Wastuwidya, 2015).

Ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi pada pembuatan tabulasi silang, yaitu:

1. Data digunakan untuk mendefinisikan kategori setiap variabel pada tabel. Saat akan melakukan pendefinisian nilai variabel yang digunakan berupa nilai variabel *numbering* atau *string* yang pendek (maksimal 8 karakter).
2. Asumsi Beberapa statistik dan ukuran diasumsikan kategori bertingkat (data ordinal) atau nilai kuantitatif (data interval atau rasio). Selain itu, data berupa data nominal. Statistik dasar *Chi Square* (Phi, Cramer's V, dan koefisien *chi square*) menggunakan data yang harus berupa sampel random dari distribusi multinomial.

1.5.2. Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan oleh Ruswanto (2010) dengan judul "Analisis Spasial Sebaran Kasus Tuberkulosis Paru Ditinjau Dari Faktor Lingkungan Dalam dan Luar Rumah Di Kabupaten Pekalongan" merupakan penelitian yang lebih menjurus pada kesehatan masyarakat dimana parameter-parameter yang

digunakan lebih spesifik. Parameter yang digunakan pada penelitian ini berupa parameter kependudukan dan lingkungan. Parameter kependudukan meliputi (jenis kelamin, umur, status gizi, status imunisasi, kondisi sosial ekonomi, sedangkan parameter lingkungan meliputi kepadatan penghuni, lantai rumah, ventilasi, pencahayaan, kelembaban, suhu dan ketinggian. Penelitian ini menggunakan uji statistik Chi-square untuk menghasilkan analisis bivariat pada hubungan antar dua variabel.

Penelitian yang dilakukan oleh Fitriana (2012) dengan judul "Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi Untuk Pemetaan Tingkat Kerentanan Penyakit Tuberkulosis (TB) Di Kecamatan Imogiri, Bantul, dan Pemetaan Tingkat Kerentanan TB" memiliki beberapa parameter yang dikelompokkan menjadi dua yaitu parameter fisik dan parameter sosial. Parameter fisik yaitu berupa penggunaan lahan, jalan utama, pusat kegiatan, fasilitas pelayanan kesehatan, dan kepadatan permukiman. parameter sosial yaitu kemiskinan, dan kepadatan penduduk. Penelitian ini menggunakan metode interpretasi citra, data survey lapangan, dan data sekunder. Pembuatan peta dilakukan dengan cara skoring dan overlay tanpa adanya pemodelan spasial. Pada penelitian ini dilakukan wawancara dengan quisioner untuk mengetahui faktor-faktor pendukung penyakit TB. Pada penelitian ini menggunakan analisis bivariat untuk mengetahui hubungan antara dua variabel dengan uji statistik Chi-Square.

Penelitian yang dilakukan oleh Santoso (2012) dengan judul "Analisis Spasial Kejadian Penyakit Tuberkulosis Paru Berhubungan Dengan Faktor Risiko Kondisi Rumah Dan Lingkungan Di Kota Palembang". Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *case control*, dimana jumlah kasus dan jumlah kontrol memiliki jumlah yang sama. Teknik analisa data menggunakan 3 pendekatan yaitu analisis individu, analisis spasial dengan melihat sebaran tuberkulosis dan hubungannya dengan kepadatan penduduk dan kepadatan rumah, yang ke tiga, adalah analisis deskriptif tentang tingkat kemudahan jangkauan unit pelaksana kesehatan dan kedekatan rumah penduduk dengan sungai. Hasil analisis menunjukkan kepadatan hunian, pencahayaan dan PM 10 bermakna secara statistic ($p < 0,05$). Variabel kepadatan hunian, pencahayaan dan kadar PM 10

signifikan secara statistik terhadap kejadian TB paru BTA(+). Analisis spasial menggambarkan adanya hubungan tempat kasus dengan keberadaan sungai di Kota Palembang.

Penelitian yang dilakukan oleh Berra *et al* (2017) dengan jurnal yang berjudul “*Spatial Risk of Tuberculosis Mortality and Social Vulnerability In Northeast Brazil*” Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis risiko kematian terhadap penyakit TB dan untuk verifikasi hubungan daerah yang berisiko tinggi dengan kerentanan sosial. Penelitian dilakukan di Kota Natal, di bagian timur Negara Bagian Rio Grande do Norte (RN), yang merupakan kota prioritas untuk pengendalian TB di Brasil, dengan populasi 810.870 jiwa. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Statistik pemindaian yang digunakan untuk mendeteksi area yang berisiko, dan Indeks Miv Bivariat digunakan untuk memverifikasi hubungan antar variabel. Penelitian ini memberikan bukti mengenai daerah dengan risiko tinggi dan kerentanan adalah penentu kematian TB. Penelitian ini mengkonfirmasi hubungan antara TB dan tingkat kerentanan sosial yang tinggi, terkait dengan pengucilan sosial dan marginalisasi sebagian populasi yang mengalami kondisi kehidupan yang buruk, seperti situasi perumahan yang kurang layak, kekurangan gizi, dan akses rendah ke layanan publik. Penelitian telah menunjukkan pentingnya memerangi kemiskinan dengan menerapkan program perlindungan sosial untuk mencegah TB.

Penelitian ini dilakukan oleh penulis (2019) dengan judul penelitian “Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Hubungan Kejadian Penyakit Tuberkulosis Paru Terhadap Kondisi Rumah di Kecamatan Sewon”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persebaran penderita penyakit TB Paru di Kecamatan Sewon, mengetahui besar hubungan parameter kondisi rumah dengan penyakit TB Paru di Kecamatan Sewon, mengetahui tingkat kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit TB paru di Kecamatan Sewon. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang lain adalah menggunakan parameter kondisi rumah yang berupa parameter kepadatan permukiman, kondisi fisik bangunan, ventilasi, jenis lantai, dan pencahayaan. Penelitian ini menggunakan metode *case control study* dengan metode analisis

crosstab untuk mengetahui hubungan dari setiap parameternya, analisis peta (*overlay* dan *scoring*), Analisis SIG untuk mengetahui pola persebarannya.

Tabel 3. Tabel Perbandingan Penelitian

Peneliti	Judul	Metode	Hasil
Ruswanto (2010)	Analisis Spasial Sebaran Kasus Tuberkulosis Paru Ditinjau Dari Faktor Lingkungan Dalam Dan Luar Rumah Di Kabupaten Pekalongan	Penelitian ini menggunakan metode <i>Case control study</i> dengan parameter lingkungan dan kependudukan dengan lebih spesifik. Parameter yang digunakan berupa variable-variabel bebas kependudukan (jenis kelamin, umur, status gizi, status imunisasi, kondisi sosial ekonom), menggunakan perangkat lunak <i>Arcview GIS Version 3.3</i> untuk analisis GIS.	Terbukti bahwa sebagai faktor risiko; pengetahuan, kepadatan penghuni, suhu udara dalam rumah, pencahayaan alami, jenis lantai, dan status gizi, dengan kejadian tuberculosis OR > 1,00.
Fitriana (2012)	Aplikasi Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografi Untuk Pemetaan Tingkat Kerentanan Penyakit Tuberculosis (TB) Di Kecamatan Imogiri, Bantul, Dan Pemetaan Tingkat Kerentanan TB	Penelitian ini menggunakan metode analisis spasial (<i>Buffering, skoring, overlay</i>), interpretasi citra, data lapangan dan data sekunder. Citra yang digunakan merupakan citra resolusi tinggi yaitu QuickBird. Parameter yang digunakan berupa parameter fisik dan parameter sosial.	Penginderaan jauh mampu mengekstraksi parameter fisik terkait kerentanan TB yang diintegrasikan dengan SIG sehingga dapat mempermudah dalam pengolahan data fisik dan sosial terkait TB, parameter yang paling berpengaruh terhadap kejadian TB adalah parameter kepadatan permukiman dengan nilai signifikansi 0,05, pola distribusi penyakit TB di Kecamatan Imogiri dengan indeks 0,5 sehingga dikatakan <i>dispersel</i> menyebar.
Santoso (2012)	Analisis Spasial Kejadian Penyakit Tuberculosis Paru Berhubungan Dengan	Penelitian ini menggunakan metode <i>case control</i> . Teknik analisa data menggunakan 3	Variabel kepadatan hunian, pencahayaan dan kadar PM 10 signifikan secara statistic terhadap kejadian TB paru BTA(+). Analisis spasial

	Faktor Risiko Kondisi Rumah Dan Lingkungan Di Kota Palembang	pendekatan yaitu analisis individu, analisis spasial , dan analisis deskriptif tentang tingkat kemudahan jangkauan unit pelaksana kesehatan dan kedekatan rumah penduduk dengan sungai.	menggambarkan adanya hubungan tempat kasus dengan keberadaan sungai di Kota Palembang.
Berra <i>et al</i> (2017)	<i>Spatial Risk of Tuberculosis Mortality and Social Vulnerability In Northeast Brazil</i>	Statistik pemindaian yang digunakan untuk mendeteksi area yang berisiko, dan Indeks Miv Bivariat digunakan untuk memverifikasi hubungan antar variabel.	Penelitian ini membuktikan bahwa hubungan antara TB dan tingkat kerentanan sosial yang tinggi, terkait dengan pengucilan sosial dan marginalisasi sebagian populasi yang mengalami kondisi kehidupan yang buruk, seperti situasi perumahan yang kurang layak, kekurangan gizi, dan akses rendah ke layanan publik adalah penentu kematian TB serta pentingnya memerangi kemiskinan dengan menerapkan program perlindungan sosial untuk mencegah TB.
Penulis (2019)	Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Hubungan Kejadian Penyakit Tuberkulosis Paru Terhadap Kondisi Rumah di Kecamatan Sewon	Penelitian ini menggunakan metode <i>case control</i> . Teknik analisis data berupa analisis statistik, analisis SIG, analisis peta.	Mengetahui persebaran dan pola persebaran penderita TB Paru di Kecamatan Sewon, mengetahui hubungan dan faktor dominan penyebab penyakit TB Paru dari parameter kondisi rumah, peta kondisi rumah di Kecamatan Sewon, Peta tingkat kerentanan kondisi rumah terhadap penyakit TB Paru di Kecamatan Sewon.

1.6. Kerangka Penelitian

TB atau Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit yang cukup berbahaya dan masih merupakan permasalahan kesehatan yang cukup serius di negara berkembang. Diperkirakan penyakit TB merupakan penyakit yang banyak menyerang masyarakat usia produktif sehingga dapat menurunkan pendapatan daerah maupun pendapatan negara. Tidak hanya dalam aspek ekonomi, penyakit TB memberikan dampak buruk bagi aspek sosial masyarakat.

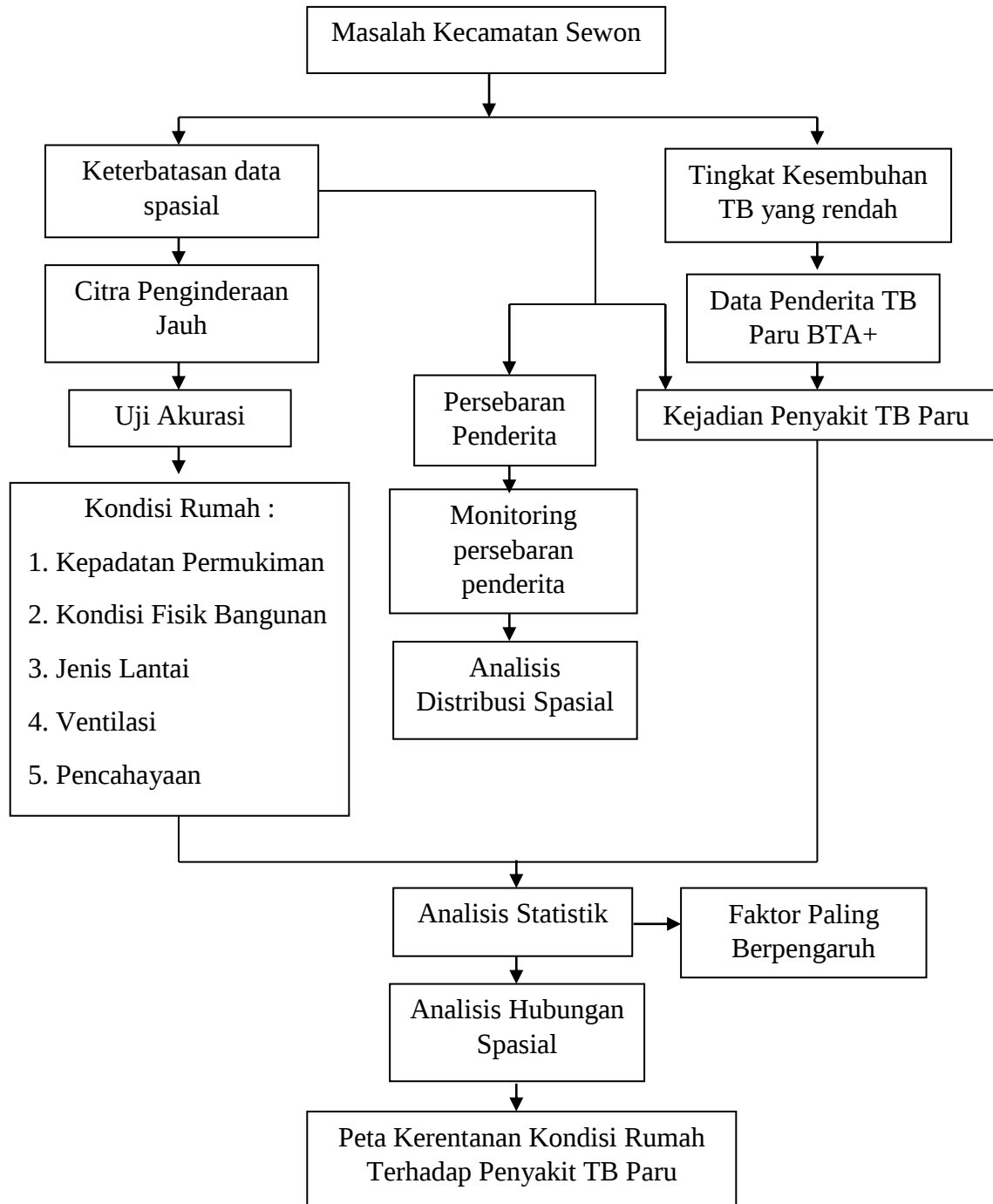
Program penanggulangan penyakit terutama penyakit menular yang bersumber dari bakteri di lingkungan sekitar maupun di dalam rumah memerlukan adanya data spasial mengenai kondisi lingkungan di suatu daerah. Oleh karena itu diperlukan adanya analisis spasial dengan data-data kondisi lingkungan untuk melakukan penelitian. Data spasial yang tersedia dan yang sudah terpublikasi banyaknya hanya sekedar data dengan unit pemetaan berupa batas administrasi yang dirasa kurang detil untuk penelitian lingkungan. Data spasial dengan unit pemetaan berupa batas administrasi memiliki keterbatasan untuk dikelola lebih lanjut. Salah satu faktor lingkungan yang memicu timbulnya penyakit TB paru adalah kondisi rumah.

Data penginderaan jauh yang dipakai adalah citra QuickBird. Citra Quickbird memiliki resolusi spasial saluran pankromatik sebesar 0,61 x 0,61 m dan empat saluran *visible/near-infrared* sebesar 2,44 x 2,44 m. Citra QuickBird merupakan citra dengan resolusi spasial yang tinggi sehingga cocok digunakan untuk mengekstraksi data kondisi fisik rumah.

Pemanfaatan data penginderaan jauh dapat diintegrasikan dengan penggunaan SIG atau Sistem Informasi Geografi. Penggunaan SIG ini dimaksudkan untuk membuat analisis spasial yang dapat menghasilkan peta yang lebih informatif dan juga menarik. SIG dapat dimanfaatkan untuk melakukan analisis distribusi pola spasial pada kejadian penyakit TB paru, dan juga pemetaan kerentanan penyakit TB paru dengan memanfaatkan analisis spasial dengan menggunakan *scoring* dan *overlay*.

Peta kondisi rumah menggunakan lima parameter untuk pembuatannya. Parameter tersebut berupa kepadatan permukiman, kondisi fisik bangunan, lebar ventilasi, jenis lantai, dan pencahayaan. Dari kelima parameter tersebut 2 diantaranya didapatkan melalui ekstraksi citra QuickBird yang berupa parameter kepadatan permukiman dan kondisi fisik bangunan, sedangkan untuk 3 lainnya didapatkan dengan melakukan survei lapangan dengan menggunakan sampel. Semua parameter pada pembuatan peta kondisi rumah diberi skor 1 dan 2, yang kemudian masing-masing parameter dilakukan tabulasi silang (*crosstab*) untuk menentukan bobot masing-masing parameter. Setiap parameter memiliki nilai hubungan yang berbeda-beda. Nilai dari setiap hubungan parameter tersebut dapat diketahui dengan cara analisis statistik. Hubungan dengan nilai yang paling besar memiliki pengaruh besar terhadap faktor pemicu penyakit TB paru.

Penelitian terkait penyakit TB paru berbasis penginderaan jauh dan SIG menghasilkan data-data spasial berupa data pola persebaran penyakit TB paru, faktor yang paling mempengaruhi terjadinya penyakit TB paru, dan juga peta risiko kejadian penyakit TB paru. Penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan data-data spasial yang lebih informatif dan mudah dipahami oleh masyarakat.



Gambar 7. Kerangka Penelitian

1.7. Batasan Operasional

1. **Penginderaan Jauh** ialah ilmu pengetahuan dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh menggunakan piranti tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji. Menurut Sutanto dengan merujuk dari definisi para tokoh penginderaan jauh merupakan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni perolehan informasi objek di permukaan bumi melalui hasil rekamannya (Lillesand, *et al.*, 2007 dalam Sutanto, 2013).
2. **Sistem Informasi Geografis** adalah sistem komputer yang digunakan untuk memasukkan (*capturing*), menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisa, dan menampilkan data-data yang berhubungan dengan posisi-posisi dipermukaan bumi (Rice, 2000 dalam Prahasta, 2009).
3. **Tuberkulosis paru** adalah penyakit menular langsung yang disebabkan oleh kuman TB (*Mycobacterium tuberculosis*), yang menyerang terutama paru dan disebut juga tuberkulosis paru. Bila menyerang organ selain paru (kelenjar limfe, kulit, otak, tulang, usus, ginjal) disebut tuberkulosis ekstra paru. *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) (Ruswanto, 2010).
4. **Analisis distribusi pola spasial** digunakan untuk mengetahui pola spasial suatu objek penelitian. Pola spasial memiliki 3 macam jenis, yaitu pola menyebar, mengelompok, dan pola acak. Analisis distribusi pola spasial dapat dilakukan dengan software ArcGIS. Metode dalam melakukan analisis pola spasial adalah dengan menggunakan *average nearest neighbor distance* (Widayani dan Kusuma, 2014).
5. **Metode tabulasi silang (crosstab)** merupakan prosedur penyajian data dalam bentuk baris dan kolom. Tabulasi silang merupakan metode yang digunakan untuk menguji hubungan antara dua variabel kategori (nominal atau ordinal) dan mungkin ditambah pula suatu variabel berbagai lapisan.

Prosedur tabulasi silang memberikan uji yang independen dan ukuran hubungan untuk data nominal dan ordinal (Wastuwidya, 2015).