

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tuberkulosis Paru

1. Definisi Tuberkulosis Paru

Tuberkulosis adalah suatu penyakit kronik menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini berbentuk batang dan bersifat tahan asam sehingga sering dikenal dengan Basil Tahan Asam (BTA). Sebagian besar kuman TBC sering ditemukan menginfeksi parenkim paru dan menyebabkan TBC paru, namun bakteri ini juga memiliki kemampuan menginfeksi organ tubuh lainnya (TBC ekstra paru) seperti pleura, kelenjar limfe, tulang, dan organ ekstra paru lainnya (Kementerian Kesehatan, 2020).

TBC paru umumnya menyerang bagian paru dan sebagian menyerang organ tubuh diluar paru, contohnya kelenjar getah bening (kelenjar), kulit, tulang serta selaput otak. Bakteri TBC menyebar melalui udara ketika pengidap batuk dan berdahak. Penularan terjadi melalui udara (*airborne spreading*) dari “*droplet*” infeksi. Sumber infeksi untuk TBC berasal dari penderita yang batuk dan mengeluarkan dahak. Dalam pemeriksaan, biasanya ditemukan hasil positif untuk bacillus tuberkulosis (BTA) dalam dahak mereka.. Batuk akan menghasilkan droplet infeksi (*droplet nuclei*). Saat seseorang batuk, sekitar 3.000 tetesan droplet dapat

terlepas. Penularan penyakit umumnya lebih sering terjadi di ruangan dengan ventilasi yang kurang baik, karena sinar matahari dapat dengan cepat membunuh kuman. Sebaliknya, di tempat yang gelap, kuman dapat bertahan hidup lebih lama.

Sumber penularan adalah pasien pasien TBC BTA positif melalui percik renik dahak yang dikeluarkan. Infeksi akan terjadi apabila orang lain menghirup udara yang mengandung percik renik dahak yang infeksius tersebut (Inayah & Wahyono, 2019)

2. Etiologi dan Transmisi TBC

Tuberkulosis biasanya menular dari orang ke orang lain melalui udara yang terdapat renik atau *droplet nucleus* yang keluar ketika seseorang yang terinfeksi bakteri TBC batuk, bersin, atau bicara. Percik renik juga dapat dihasilkan selama prosedur pemeriksaan pasien TBC paru, yang menciptakan produk aerosol seperti yang dilakukan dalam prosedur induksi sputum, bronkoskopi, serta saat melakukan manipulasi pada lesi atau pengolahan jaringan di laboratorium. Ada 3 faktor yang menentukan transmisi bakteri TBC :

- 1) Jumlah organisme yang keluar ke udara.
- 2) Konsentrasi organisme dalam udara, ditentukan oleh volume ruang dan ventilasi
- 3) Lama seseorang menghirup udara terkontaminasi.

Satu batuk dapat menghasilkan hingga 3.000 percik renik, sementara satu kali bersin dapat mencapai hingga 1 juta percik renik. Sedangkan, Dosis yang diperlukan untuk terjadinya infeksi TBC

berkisar antara 1 hingga 10 basil. Kasus paling infeksi biasanya terjadi melalui penularan dari pasien yang memiliki hasil pemeriksaan sputum positif, terutama yang menunjukkan hasil 3+. Ini adalah kasus yang paling menular. Pasien dengan hasil pemeriksaan sputum negatif memiliki tingkat infeksi yang tidak terlalu tinggi.

Kasus TBC ekstra paru hampir selalu tidak menular, kecuali jika penderita juga terinfeksi TBC paru. Sementara itu, individu yang memiliki TBC laten tidak dapat menularkan infeksi, Karena bakteri yang menginfeksi mereka tidak memiliki kemampuan untuk bereplikasi dan tidak dapat menularkan infeksi kepada organisme lain, penularan TBC biasanya terjadi di dalam ruangan yang gelap, dengan ventilasi yang terbatas, sehingga percik renik dapat bertahan lebih lama di udara. Cahaya matahari langsung memiliki kemampuan untuk membunuh bakteri TBC dengan cepat, tetapi dalam kondisi gelap, bakteri ini dapat bertahan lebih lama. Kontak dekat dalam jangka waktu yang lama dengan seseorang yang terinfeksi dapat meningkatkan risiko penularan. Jika terjangkit, Proses perkembangan dari paparan tersebut menjadi penyakit TBC aktif sangat bergantung pada kondisi sistem imun setiap individu. Pada individu dengan sistem imun yang sehat, diperkirakan bahwa 90% dari mereka tidak akan mengembangkan penyakit TBC, sementara hanya 10% kasus yang kemungkinan akan berprogress menjadi TBC aktif (Setengah dari kasus terjadi segera setelah infeksi, sementara setengah lainnya muncul di kemudian hari).

Risiko tertinggi muncul dalam dua tahun pertama setelah terinfeksi, di mana setengah dari kasus muncul pada periode ini. Kelompok yang paling berisiko terinfeksi adalah anak-anak di bawah usia 5 tahun dan lansia. Selain itu, individu dengan sistem imun yang lemah juga lebih rentan mengalami penyakit TBC aktif dibandingkan dengan mereka yang memiliki sistem imun yang sehat. Sekitar 50-60% orang yang HIV-positif dan terinfeksi TBC berisiko mengalami penyakit TBC yang aktif. Kondisi serupa juga bisa terjadi pada berbagai masalah kesehatan lainnya di mana sistem kekebalan tubuh mengalami penekanan, seperti pada kasus silikosis, diabetes melitus, dan penggunaan kortikosteroid atau obat-obatan imunosupresan lainnya dalam jangka panjang (Kementerian Kesehatan, 2020)

Mycobacterium tuberculosis, Mycobacterium bovis, Mycobacterium africanum, Mycobacterium microti and Mycobacterium canettii. *M.tuberculosis (M.TBC),* Hingga saat ini, bakteri ini adalah yang paling umum ditemukan dan dapat menular antar manusia melalui jalur pernapasan. Tidak ditemukan bukti bahwa hewan berperan sebagai agen penularan M. tuberculosis. Namun, M. bovis dapat bertahan hidup dalam susu sapi yang terinfeksi, dan saat seseorang mengonsumsi susu tersebut, bakteri ini dapat menembus mukosa saluran cerna dan menginvasi jaringan limfa di orofaring. Tingkat kejadian infeksi M. bovis pada manusia telah mengalami penurunan yang signifikan di negara-negara berkembang, Hal ini disebabkan oleh proses pasteurisasi susu serta penerapan strategi pengendalian TBC yang efektif pada hewan ternak.

Infeksi pada organisme lain tergolong jarang terjadi(Kementerian Kesehatan, 2020).

3. Faktor risiko TBC

Terdapat beberapa kelompok orang yang memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami penyakit TBC, kelompok tersebut adalah :

- a) Orang dengan HIV Positif dan penyakit imunokompromais lain.
- b) Orang yang mengonsumsi obat imunosupresan dalam jangka waktu panjang.
- c) Perokok
- d) Konsumsi alcohol tinggi
- e) Anak usia <5 tahun dan lansia
- f) Memiliki kontak erat dengan orang dengan penyakit TBC aktif yang infeksius.
- g) Berada di tempat dengan resiko tinggi terinfeksi tuberculosis (contoh: Lembaga permasyarakatan, fasilitas perawatan jangka Panjang)
- h) Petugas kesehatan (Kementerian Kesehatan, 2020).

4. Patogenesis TBC

Setelah proses inhalasi, *nukleus renik* akan dibawa menuju percabangan *trakea-bronkial* dan kemudian disimpan di dalam *bronkiolus respiratorik* atau *alveolus*, Di dalam tubuh, inti dari partikel kecil tersebut akan dicerna oleh *makrofag alveolus*, yang kemudian menghasilkan respon non-spesifik terhadap basilus. Infeksi dipengaruhi oleh tingkat *virulensi bakteri* serta kemampuan *makrofag alveolar* dalam mencerna bakteri tersebut. Jika basilus berhasil melewati mekanisme pertahanan awal, ia dapat berkembang biak di dalam makrofag.

Bakteri TBC berkembang dengan perlahan, membelah diri setiap 23 hingga 32 jam di dalam sel makrofag. *Mycobacterium* tidak mengandung endotoksin maupun eksotoksin, sehingga reaksi imun yang segera pada inang yang terinfeksi tidak terjadi. Bakteri akan terus berkembang selama 2 hingga 12 minggu, dengan jumlahnya mencapai antara 103 hingga 104, jumlah tersebut cukup untuk memicu respon imun seluler yang dapat terdeteksi melalui reaksi dalam tes kulit tuberkulin. Bakteri kemudian akan merusak makrofag dan mengeluarkan produk berupa tuberkel basilus dan kemokin yang kemudian akan menstimulasi respon imun.

Sebelum imunitas seluler terbentuk, basil TBC dapat menyebar melalui sistem limfatik menuju nodus limfe hilus. Dari sana, basil tersebut dapat masuk ke dalam aliran darah dan menyebar ke berbagai organ lainnya. Beberapa organ dan jaringan diketahui memiliki ketahanan terhadap replikasi basili ini. Sumsum tulang, hepar, dan limpa cenderung menjadi target yang mudah terinfeksi oleh *Mycobacteria*. Organisme akan terakumulasi di bagian atas (apeks) paru-paru, ginjal, tulang, dan otak, di mana kondisi di area tersebut sangat mendukung pertumbuhan bakteri *Mycobacteria*. Dalam beberapa kasus, bakteri dapat berkembang pesat sebelum respons imun seluler spesifik terbentuk, yang seharusnya dapat menghambat perkembang biakannya.(Kementerian Kesehatan, 2020)

a. TBC Primer

Infeksi primer terjadi saat seseorang pertama kali terpapar dengan basil tuberkel. Fenomena ini umumnya terjadi pada masa kanak-kanak, sehingga sering kali diartikan sebagai TBC anak. Namun, infeksi ini dapat terjadi pada individu dari segala usia yang belum pernah terpapar M. tuberculosis sebelumnya. Percikan renik yang mengandung basil dapat terhirup dan menetap di alveolus terminal paru-paru. Biasanya, lokasi ini berada di bagian bawah lobus superior atau bagian atas lobus inferior paru-paru.

Basili kemudian mengalami proses *fagositosis* oleh *makrofag*, Produk mikobakterial dapat menghambat kemampuan bakteri makrofag alveolus, yang menyebabkan bakteri dapat bereplikasi di dalam sel makrofag tersebut. Makrofag dan monosit lainnya bereaksi terhadap kemokin yang dihasilkan, sehingga mereka bermigrasi ke lokasi infeksi dan menghasilkan respon imun. Area inflamasi ini kemudian dikenal sebagai *Ghon focus*.

Basili dan antigen kemudian berpindah dari fokus Ghon melalui jalur limfatik menuju kelenjar getah bening hilus, membentuk kompleks (*Ghon*) primer. Respon inflamasi yang terjadi menghasilkan pola khas nekrosis kaseosa. Di dalam nodus limfe, limfosit T akan merespons dengan spesifik serta mengaktifkan makrofag untuk menghambat pertumbuhan basil yang telah terfagositosis.

Fokus dari primer ini mengandung antara 1,000 hingga 10,000 basil yang kemudian akan terus melakukan replikasi. Area inflamasi di dalam fokus primer akan digantikan oleh jaringan fibrotik dan kalsifikasi, Di dalamnya terdapat makrofag yang mengandung basil terisolasi, yang akan mati jika sistem imun tuan rumah berfungsi dengan baik. Beberapa basil dapat tetap dalam keadaan dorman di dalam fokus primer selama beberapa bulan hingga beberapa tahun, Istilah ini dikenal sebagai "kuman laten". Infeksi primer biasanya tidak menunjukkan gejala (asimtotik) dan akan menghasilkan hasil tuberkulin positif dalam waktu 4-6 minggu setelah terjadinya infeksi. Dalam beberapa kasus, respon imun mungkin tidak cukup kuat untuk menghambat perkembangbiakan bakteri. Akibatnya, basili dapat menyebar dari sistem limfatik ke aliran darah dan menyebar ke seluruh tubuh, yang akhirnya dapat menyebabkan penyakit TBC aktif dalam hitungan bulan. TBC primer progresif pada parenkim paru dapat menyebabkan pembesaran fokus primer, Sehingga, banyak area yang menunjukkan tanda-tanda *nekrosis kaseosa* dapat ditemukan, yang juga disertai dengan adanya kavitas. Hal ini menghasilkan gambaran klinis yang mirip dengan TBC pascaprimer.

b. TBC Pasca Primer

TBC pasca primer adalah pola penyakit yang muncul pada individu yang sebelumnya telah mengalami sensitivitas terhadap bakteri TBC. Kejadian ini muncul setelah masa laten yang

berlangsung selama beberapa bulan hingga tahun setelah infeksi primer. Hal ini dapat disebabkan oleh reaktivasi bakteri yang telah berada dalam keadaan laten atau karena adanya reinfeksi. Reaktivasi terjadi ketika basil yang berada dalam keadaan dorman dan telah tinggal di jaringan selama beberapa bulan atau bahkan beberapa tahun setelah infeksi primer, mulai aktif kembali dan bermultiplikasi. Hal ini mungkin merupakan respons terhadap melemahnya sistem imun pada penderita akibat infeksi HIV. Reinfeksi terjadi ketika seseorang yang sebelumnya pernah terinfeksi oleh penyakit TBC mengalami paparan kembali melalui kontak dengan individu yang mengidap TBC aktif. Dalam beberapa kasus yang jarang terjadi, hal ini merupakan bagian dari proses infeksi primer. Setelah terjadinya infeksi primer, perkembangan cepat menuju penyakit intra-torakal lebih umum terjadi pada anak-anak dibandingkan pada orang dewasa. Foto toraks dapat menunjukkan pola limfadenopati intratorakal serta infiltrat di area paru-paru. TBC pasca-primer umumnya memengaruhi parenkim paru, tetapi juga dapat melibatkan organ tubuh lainnya. Karakteristik dari TBC pasca primer ditandai oleh keberadaan kavitas di lobus superior paru dan kerusakan paru yang luas. Pemeriksaan sputum umumnya menunjukkan hasil positif, dan biasanya limfadenopati intratorakal tidak terdeteksi (Kementerian Kesehatan, 2020)

B. Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian TBC

Teori yang dikemukakan oleh John Gordon menyatakan bahwa timbulnya suatu penyakit dipengaruhi oleh tiga faktor utama: bibit penyakit (agent), penjamu (host), dan lingkungan (environment).

1. Faktor Agent

Faktor-faktor penyebab mencakup berbagai elemen, baik yang hidup maupun yang tidak hidup, yang berinteraksi dengan individu yang rentan dan mempengaruhi proses penyakit. Salah satu agen penyebabnya adalah *Mycobacterium tuberculosis*, yang berperan dalam terjadinya tuberculosis paru.

2. Faktor Penjamu (Host)

Faktor penjamu yaitu manusia yang terpapar oleh agent. Ada banyak elemen yang memengaruhi keberadaan penjamu, di antaranya adalah:

a. Merokok

Merokok dan TBC adalah dua tantangan kesehatan yang signifikan di seluruh dunia, meskipun TBC lebih banyak dijumpai di negara-negara berkembang. Penggunaan tembakau, terutama dalam bentuk merokok, telah diakui secara luas sebagai salah satu masalah kesehatan masyarakat yang serius dan merupakan penyebab utama kematian di seluruh dunia, jumlah tersebut mencapai sekitar 1,7 juta pada tahun 1985, meningkat menjadi 3 juta pada tahun 1990.

Menurut data yang dirilis oleh *GoodStats* Indonesia merupakan negara dengan jumlah pria perokok terbesar di dunia. Proporsi perokok pria di Indonesia mencapai sebesar 71,4%, diikuti oleh Myanmar, East

Timor, Jordan dan Georgia. Berbeda dengan tren perokok di Amerika yang cenderung menurun, jumlah perokok di Indonesia justru mengalami peningkatan dalam 10 tahun terakhir.

Asap rokok mengandung lebih dari 4. 500 zat kimia yang dapat memberikan dampak berbahaya, termasuk sifat racun, mutagenik, dan karsinogenik. Asap rokok menghasilkan beragam komponen, baik yang terdapat di dalam seluler maupun di luar seluler, termasuk partikel-partikel yang dapat larut dalam air dan gas. Banyak zat yang dikenal memiliki sifat karsinogenik dan beracun terhadap sel, namun tar dan nikotin telah terbukti memiliki efek imunosupresif. Kedua zat ini berpengaruh pada respons sistem kekebalan tubuh bawaan inangnya, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kerentanan terhadap infeksi. Semakin tinggi kadar tar dan nikotin, semakin besar pula pengaruhnya terhadap sistem imun. Risiko terhadap kesehatan dapat berkurang hingga hampir dua pertiga jika seseorang memutuskan untuk berhenti merokok (Agus Nurjana. Made, 2018).

b. Kemiskinan

Kemiskinan adalah kelaparan, tidak memiliki tempat tinggal, bila sakit tidak memiliki dana untuk berobat (Ravallion dalam Nur Mualifah 2019). Kekurangan pendapatan dapat disebabkan oleh tingginya tingkat pengangguran (Effendy 2019). Kebutuhan hidup manusia terdiri dari tiga aspek utama: sandang, pangan, dan papan. Pengertian kemiskinan dapat dilihat dari berbagai perspektif, baik dari segi material maupun non-material (Giyarsih 2014). Kemiskinan dapat

dikelompokkan menjadi dua kategori: kemiskinan relatif dan kemiskinan absolut. Kemiskinan relatif merupakan ukuran dari standar kehidupan minimum yang dapat bervariasi tergantung pada lokasi, serta pandangan individu dan komunitas yang terlibat. Kemiskinan absolut merujuk pada kondisi di mana standar kebutuhan hidup minimum tidak dapat terpenuhi, tanpa dipengaruhi oleh waktu atau tempat (Nur Mualifah 2019). Kemiskinan absolut merujuk pada keadaan di mana masyarakat hanya mampu memenuhi kebutuhan dasar mereka, seperti makanan, pakaian, dan tempat tinggal, pada tingkat yang paling minimal. Kemiskinan dianggap sebagai permasalahan multidimensional yang memiliki dampak ke segala aspek kehidupan seperti ketidakmampuan pemenuhan kebutuhan dasar, fasilitas kesehatan dan pendidikan (Giyarsih 2014 dalam (Nur Mualifah 2019)). Penelitian di India menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi di berbagai sektor membantu Negara India dalam mengurangi angka kemiskinan (Nakabashi 2018). Selain itu, kebijakan publik sangat diperlukan untuk memberantas kemiskinan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat seperti pada Negara Brazil (Nakabashi 2018). Kondisi sosial ekonomi seseorang dapat memengaruhi kualitas kesehatannya. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kualitas kesehatan kalangan atas biasanya lebih baik daripada yang berasal dari kalangan bawah atau miskin (Inglis et al. 2019). kemiskinan memiliki pengaruh signifikan terhadap kasus TBC (E. D. Sihaloho, Ifarizy, and Sagala 2019).

Kemiskinan adalah salah satu faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya TBC. Orang miskin kurang memperhatikan kesehatannya sehingga tidak merasakan dirinya sakit, namun karena keterbatasan biaya untuk berobat mereka tidak menganggapnya sebagai gangguan yang wajar.(Fitriana, 2016) dalam (Sihaloho et al., 2021)

c. Kepadatan pemukiman

Kondisi perumahan yang terlalu padat dapat meningkatkan paparan orang-orang yang rentan terhadap penyakit pernafasan menular, dan dengan demikian dapat meningkatkan kemungkinan penularan.(Clark, Riben, & Nowgesic, 2002)

(Daud, 2020) Klasifikasi kepadatan pemukiman dapat dijelaskan dalam tiga kategori berikut :

1. Kepadatan jarang terlihat pada bangunan yang memiliki halaman luas. Di area ini, kehadiran pohon lebih mencolok, dan jarak antara bangunan pun cukup jauh.
2. Kepadatan yang sedang dapat dilihat dari jarak antar rumah yang cukup luas, di mana antara satu rumah dengan yang lainnya masih terdapat pohon-pohon yang berfungsi sebagai halaman.
3. Kepadatan pemukiman yang tinggi ditandai dengan keberadaan bangunan-bangunan yang berdekatan satu sama lain, di mana setiap bangunan umumnya tidak memiliki halaman samping. Jika ada halaman, biasanya ukurannya lebih sempit dibandingkan luas bangunan itu sendiri. Klasifikasi dan kategori

kepadatan pemukiman dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.1 Klasifikasi Kepadatan Pemukiman

No	Kriteria		Klasifikasi	Skor
1	Kepadatan	rumah rata-rata pada pemukiman jarang	Jarang	1
2	(≤40%) Kepadatan	rumah rata-rata pada pemukiman sedang	Sedang	2
3	(>41% - 60%)	Kepadatan rumah rata-rata pada pemukiman padat	Padat	3
	(>60%)			

Sumber: Ditjen Cipta Karya Pekerjaan Umum tahun 2006 (Umum, 2006)

3. Faktor Lingkungan (Environment)

a. Kepadatan hunian rumah

Kepadatan hunian dapat didefinisikan sebagai rasio antara luas ruang dan jumlah penghuni yang tinggal dalam sebuah rumah. Ketidakseimbangan antara luas rumah dan jumlah penghuninya dapat menyebabkan tingginya kepadatan hunian.

(Antonius, 2020) Rumah dengan kepadatan hunian yang tinggi tidaklah sehat, karena mengakibatkan oksigen yang dihirup tidak mencukupi dan mudah menularkan penyakit menular ke anggota keluarga lainnya. Selain itu, semakin banyak penghuni di dalam ruangan, semakin cepat kualitas udara di sana menurun dan tingkat kontaminasi meningkat, sehingga jumlah bakteri di udara juga bertambah. Dengan demikian, semakin banyak penghuni yang berada di dalam ruangan, semakin tinggi pula tingkat kelembaban relatif di ruangan tersebut.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Oktavia Surakhmi pada tahun (2016), rumah dengan kepadatan hunian yang tinggi

memiliki risiko 4,3 kali lebih besar untuk mengalami kejadian TBC dibandingkan dengan tempat tinggal yang tidak padat. Kepadatan hunian yang tinggi dapat meningkatkan risiko terkena TBC paru antara 1,38 kali hingga 12,94 kali lebih besar dibandingkan dengan kawasan hunian yang tidak padat. Penelitian lain di Indonesia juga menemukan bahwa kepadatan hunian meningkatkan risiko untuk mengalami TBC Paru (rahayu sakinah, 2021)

b. Kelembaban rumah

Kelembaban udara di dalam rumah sebaiknya dijaga antara 40% hingga 70%. Penting untuk diperhatikan bahwa tingkat kelembaban ini dapat mempengaruhi kemampuan mikroorganisme, termasuk *Mycobacterium tuberculosis*, untuk berkembang biak. Kelembaban yang tinggi dapat membuat membran mukosa hidung kering, mengurangi kemampuannya dalam menghadang mikroorganisme dengan efektif.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1986), kelembaban di dalam rumah dapat disebabkan oleh tiga faktor utama: pertama, kelembaban yang naik dari tanah (rising damp); kedua, kelembaban yang merembes melalui dinding (percolating damp); dan ketiga, kebocoran yang terjadi melalui atap (roof leaks).

Untuk mengatasi masalah kelembaban, penting untuk memperhatikan kondisi drainase atau saluran air di sekitar rumah. Pastikan lantai bersifat kedap air, sambungan antara pondasi dan dinding juga harus kedap air, atap harus bebas kebocoran, dan

terdapat ventilasi yang memadai. Kurangnya ventilasi dapat menyebabkan peningkatan kelembaban di dalam ruangan, yang disebabkan oleh proses penguapan cairan dari kulit dan penyerapan udara. Kelembaban ruangan yang tinggi akan menjadi media yang baik untuk tumbuh dan berkembang biaknya bakteri- bakteri patogen termasuk kuman TBC.(Sang Gede Purnama, SKM, 2016)

c. Suhu Rumah

Suhu memainkan peran yang sangat penting dalam pertumbuhan basil *Mycobacterium tuberculosis*, karena laju pertumbuhannya dipengaruhi oleh suhu udara di sekitarnya. Kondisi suhu ruangan sangat dipengaruhi oleh sirkulasi udara di dalam rumah, yang berhubungan langsung dengan udara luar. Sayangnya, sirkulasi ini tidak memenuhi standar kesehatan, karena luas ventilasi yang ada kurang dari 10% dari luas lantai. Sirkulasi udara yang memadai berfungsi untuk menjaga suhu di setiap ruangan rumah agar tetap dalam batasan yang ideal. Dengan demikian, hal ini membantu meminimalkan risiko penularan penyakit TBC di dalam rumah.

Suhu di rumah bervariasi; ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kelembaban relatif di dalam rumah, fakta bahwa ventilasi tertutup, dan fakta bahwa jendela tidak dibuka, yang semuanya mempengaruhi aliran udara ke dalam rumah (rahayu sakinhah, 2021). Suhu berpengaruh terhadap transmisi dan penularan bakteri penyebab TBC. *Bakteri Mycobacterium tuberculosis* dapat berkembang dengan baik pada rentang suhu 25°C hingga 40°C, dengan kondisi

pertumbuhan optimalnya berada pada suhu antara 31°C hingga 37°C. Suhu udara berkaitan dengan kelembaban udara di mana semakin tinggi suhu udara maka semakin tinggi pula kelembaban udaranya sehingga dapat menyebabkan bakteri TBC dapat bertahan hidup lebih lama dan semakin tinggi penularan dapat terjadi. (Hartanto dkk., 2017) dalam (ST. Ainul Rachmadani, 2021)

d. Ventilasi Rumah

Jendela dan lubang ventilasi tidak hanya berfungsi sebagai sarana untuk pertukaran udara, tetapi juga sebagai sumber cahaya alami dari luar. Keduanya membantu menjaga aliran udara di dalam rumah tetap segar dan nyaman. Menurut indikator pengawasan rumah, ventilasi yang memenuhi syarat kesehatan harus memiliki luas minimal sebesar 10% dari total luas lantai rumah. Sementara itu, ventilasi yang tidak memenuhi syarat kesehatan memiliki luas di bawah ketentuan tersebut. Luas ventilasi rumah yang < 10% dari luas lantai (tidak memenuhi syarat kesehatan) Akan menyebabkan penurunan kadar oksigen dan peningkatan konsentrasi karbon dioksida, yang berpotensi menjadi racun bagi penghuninya. Selain itu, kurangnya ventilasi dapat menyebabkan peningkatan kelembaban di dalam ruangan. Hal ini terjadi akibat proses penguapan cairan dari kulit dan penyerapan lingkungan sekitar. Kelembaban ruangan yang tinggi menjadi tempat ideal bagi pertumbuhan kuman TBC.

Kurangnya ventilasi yang baik dalam suatu ruangan dapat meningkatkan risiko kesehatan dan keselamatan, terutama jika

ruangan tersebut terpapar pencemaran oleh bakteri, seperti pada kasus penderita TBC, atau oleh berbagai zat kimia, baik organik maupun anorganik. Ventilasi juga memiliki peran penting dalam membersihkan udara di dalam ruangan dari bakteri, terutama bakteri patogen seperti TBC. Dengan adanya aliran udara yang terus-menerus, bakteri yang terangkat bersama udara akan senantiasa bergerak dan tercampur, sehingga membantu menciptakan lingkungan yang lebih sehat. Selain itu, luas ventilasi yang tidak memenuhi syarat kesehatan akan mengakibatkan terhalangnya proses pertukaran udara dan sinar matahari yang masuk ke dalam rumah, akibatnya kuman TBC yang ada di dalam rumah tidak dapat keluar dan ikut terhisap bersama udara pernafasan.(Purnama, 2016)

e. Lantai Rumah

Jenis lantai merupakan salah satu persyaratan fisik dan biologis komponen rumah sehat.lantai yang tidak sulit dibersihkan serta kedap air merupakan jenis lantai yang baik(Wikurendra EA, 2019)

Salah satu komponen penting untuk menciptakan rumah sehat adalah memiliki lantai yang kedap air dan tidak lembab. Jenis lantai tanah memiliki pengaruh terhadap terjadinya TBC paru, terutama melalui tingkat kelembaban yang ada di dalam ruangan. Lantai tanah cenderung menimbulkan kelembaban, saat musim panas lantai menjadi kering menimbulkan debu yang berbahaya.(Purnama, 2016).

C. Analisis Spasial

1. Pengertian analisis spasial

Analisis spasial merupakan serangkaian teknik yang dapat diterapkan dalam pengolahan data Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil analisis data spasial sangat dipengaruhi oleh lokasi objek yang sedang dianalisis. Analisis spasial dapat dipahami sebagai sekumpulan teknik yang digunakan untuk menyelidiki dan mengeksplorasi data dari sudut pandang keruangan. Semua teknik atau pendekatan dalam perhitungan matematis yang berkaitan dengan data spasial dilakukan melalui fungsi analisis spasial tersebut, Manfaat analisis spasial dalam pengolahan data SIG sangatlah penting, karena melalui analisis ini, kita dapat menemukan solusi atas berbagai permasalahan yang terkait dengan aspek keruangan. Manfaat analisis spasial sangat bergantung pada fungsinya. Berikut ini adalah ringkasan dari manfaat-manfaat tersebut :

- 1) Membuat, memilih, memetakan, dan menganalisis data raster yang berbasis sel.
- 2) Melaksanakan analisis data vektor dan raster secara terintegrasi.
- 3) Mendapatkan wawasan baru dari data yang sudah ada.
- 4) Memilih informasi dari berbagai lapisan data.
- 5) Mengintegrasikan sumber data raster dengan data vektor.(Kemenristek, 2013).

2. Sistem informasi Geografis (SIG)

SIG bukanlah konsep yang asing. Operasional SIG yang pertama kali dikembangkan oleh Tomlinson pada awal tahun 1960 bertujuan untuk menyimpan, Manipulasi dan analisis data yang telah dikumpulkan untuk

Canada Land Inventory pada tahun 1964. Perkembangan kartografi otomatis dimulai pada tahun 1960. Pada tahun 1970, lembaga kartografi terkemuka telah berhasil mengembangkan proses pemetaan terkomputerisasi hingga mencapai tingkat tertentu. SIG benar-benar mulai dimanfaatkan pada awal tahun 1980, ketika harga perangkat keras komputer mengalami penurunan yang signifikan. Selama bertahun-tahun, SIG dianggap terlalu rumit untuk digunakan, Mahal dan eksklusif, kehadiran Graphical User Interface (GUI) telah memperluas jangkauan aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan membawa SIG menjadi semakin populer sejak awal tahun 1990-an.

Dalam bukunya yang berjudul *Introduction to Geographic Information Systems*, Kang-tsung Chang mendefinisikan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai suatu sistem komputer yang dirancang untuk menangkap, menyimpan, melakukan query, menganalisis, dan menampilkan data geospasial. Data geospatial yang dimaksud adalah data yang menggambarkan lokasi dan karakteristik yang berunsur spasial (Kemenristek,2013).

3. Penggunaan Sistem informasi Geografis (SIG) pada bidang kesehatan

a. Pemetaan Penyakit

Pemetaan penyakit sangat bermanfaat dalam merumuskan variasi risiko terkait suatu penyakit, yang didasarkan pada hasil analisis spasial atau spasio-temporal. Data yang diperoleh sangat berguna untuk menggambarkan masalah kesehatan, menyebarkan informasi kesehatan kepada masyarakat, melakukan estimasi mengenai peta penyakit serta

peta paparan, dan memberikan petunjuk mengenai etiologi suatu penyakit.

b. Studi Korelasi Geografis

Variasi geografis dalam paparan terhadap variabel lingkungan seperti udara, air, dan tanah, serta faktor gaya hidup seperti merokok dan pola diet, memiliki kaitan yang erat dengan dampak kesehatan. Hal ini dapat dianalisis melalui pendekatan geografis. Statistik yang digunakan dalam penelitian pemetaan penyakit dan penelitian hubungan geografis memiliki kesamaan, namun terdapat perbedaan penting di antara keduanya. Penelitian pemetaan penyakit bersifat deskriptif, sementara penelitian hubungan geografis lebih fokus pada aspek pemicu atau risiko.

a) Penilaian Risiko Hubungan antara Point dan Line Source

Paparan yang terjadi dapat berupa titik sumber, seperti cerobong asap atau pemancar radio, maupun sumber garis, seperti jalur atau aliran listrik. Evaluasi risiko ikatan antara poin serta line source lebih sesuai dipakai pada saat kenaikan risiko mendekati sumber yang diprediksi, ataupun pada saat sumber yang dipikirkan bisa memunculkan ancaman potensial untuk lingkungan.(rahayu sakinah, 2021)

b) Pendekstrian Cluster Penyakit.

Surveillance biasanya dilakukan untuk mendekripsi secara dini peningkatan insidensi suatu penyakit. Melalui studi riset terhadap kluster penyakit, kita dapat meneliti permasalahan penyakit yang

menunjukkan pola spasial yang tidak acak. Pendekatan ini memungkinkan kita untuk merumuskan statistik yang dapat menggambarkan hubungan antara faktor risiko dan penyakit tersebut. Sebagai ilustrasi, terdapat sebuah kluster yang menunjukkan hubungan spasial pada penyakit Hodgkin, didukung oleh bukti epidemiologi serta hasil pemeriksaan laboratorium. Kluster ini diusulkan sebagai salah satu faktor risiko yang berkaitan dengan peradangan penyakit.

4. Overlay

Overlay merupakan elemen krusial dalam analisis spasial. Overlay memiliki kemampuan untuk menggabungkan berbagai unsur spasial menjadi suatu unsur spasial yang baru. Dengan demikian, overlay dapat didefinisikan sebagai sebuah operasi spasial yang mengintegrasikan layer geografis yang berbeda guna menghasilkan informasi baru. Overlay dapat dilakukan pada data vektor maupun raster.(Kemenristek, 2013)

Dalam Sistem Informasi Geografis (SIG), terdapat dua teknik yang digunakan untuk melakukan overlay pada peta berbentuk area (polygon), yaitu union dan intersect. Jika kita menganalogikan perbedaan antara keduanya dengan bahasa matematika, maka union dapat diartikan sebagai gabungan, sedangkan intersect merujuk pada irisan. Ada beberapa fasilitas yang dapat digunakan pada overlay untuk menggabungkan atau melapiskan dua peta dari daerah yang sama dengan atribut yang berbeda, yaitu :

- a. *Dissolve* adalah suatu proses yang bertujuan untuk menghilangkan batas antara poligon yang memiliki data atribut identik atau sama,

sehingga poligon-poligon tersebut dapat digabung menjadi satu kesatuan. Data input yang telah didigitasi saat ini masih dalam kondisi kasar, di mana poligon-poligon yang berdekatan dan memiliki warna yang sama masih terpisah oleh garis pemisah. Fungsi dari dissolve adalah untuk menghilangkan garis-garis batas antara poligon dan menggabungkan poligon-poligon yang terpisah menjadi satu poligon besar dengan warna atau atribut yang serupa.

- b. *Merge* adalah proses penggabungan dua atau lebih lapisan menjadi satu lapisan tunggal, di mana masing-masing lapisan memiliki atribut yang berbeda. Atribut-atribut tersebut saling melengkapi atau bertumpukan, dan lapisan-lapisan tersebut juga saling berhubungan satu sama lain.
- c. *Clip* adalah proses penggabungan data yang dilakukan dalam skala yang lebih kecil, contohnya berdasarkan wilayah administrasi desa atau kecamatan. Sebuah wilayah besar dipecah menjadi beberapa bagian yang lebih kecil berdasarkan batas administrasi yang ada, sehingga hasilnya adalah lapisan-lapisan dengan luas yang lebih kecil lengkap beserta atribut-atributnya.
- d. *Intersect* adalah suatu operasi yang memotong sebuah tema atau layer input dengan atribut dari tema atau overlay, sehingga menghasilkan output yang menggabungkan atribut dari kedua tema tersebut.
- e. *Union* adalah proses penggabungan fitur dari tema input dengan poligon dari tema overlay, yang bertujuan untuk menghasilkan

output yang memiliki tingkatan atau kelas atribut.

- f. *Assign Data*, adalah operasi yang menggabungkan data untuk fitur theme kedua ke fitur theme pertama yang berbagi lokasi yang sama Secara mudahnya yaitu menggabungkan kedua tema dan atributnya.(Monica, 2016)

Overlay adalah salah satu teknik yang digunakan untuk menarik kesimpulan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Teknik ini pada dasarnya melakukan penilaian digital terhadap skor atau penilaian yang diberikan kepada sebuah poligon. Setiap poligon memiliki nilai yang unik, sesuai dengan bobot yang ditentukan dalam kasus tertentu.

Teknik overlay sering digunakan dalam evaluasi spasial. Semua atribut yang saling terhubung akan dimasukkan ke dalam file baru, sehingga membentuk data yang baru dalam dokumen tersebut. Karena metode *overlay* menggunakan skor-skor dalam poligon, maka sebelum overlay dilakukan harus terlebih dahulu dilakukan scoring terhadap poligon-poligon tersebut (Fitria, 2017).

D. Pembobotan konsep AHP (Analytic Hierarrchy Process)

AHP, atau Analytical Hierarchy Process, adalah sebuah model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh *Thomas L. Saaty*. Model pendukung keputusan ini akan membagi masalah yang kompleks dan melibatkan berbagai faktor atau kriteria menjadi sebuah hirarki. Menurut Saaty (1993), pendekatan ini memungkinkan analisis yang lebih sistematis dan terstruktur, Hirarki dapat didefinisikan sebagai sebuah representasi dari masalah yang kompleks, disusun dalam struktur multi-level. Di puncak hirarki terdapat tujuan utama, yang kemudian diikuti oleh berbagai faktor, kriteria, subkriteria, dan seterusnya,

hingga mencapai tingkat terendah yang berisi alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis (Andhini, Villela, & Bruno, 2020).

AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain karena alasan-alasan sebagai berikut :

1. Struktur yang bersifat hierarkis merupakan hasil dari kriteria yang telah dipilih, yang kemudian mendalam hingga mencapai subkriteria yang paling mendetail.
2. Mengukur validitas hingga batas toleransi inkonsistensi dari berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
3. Mempertimbangkan daya tahan output dari analisis sensitivitas dalam pengambilan keputusan.

Penggunaan AHP tidak terbatas pada institusi pemerintah atau swasta; metode ini juga dapat diterapkan untuk kebutuhan individu, khususnya dalam penelitian yang berkaitan dengan kebijakan atau perumusan strategi prioritas. AHP dapat diandalkan karena ia menyusun prioritas dari berbagai pilihan yang telah didekomposisi sebelumnya menjadi kriteria yang terstruktur. Maka, penetapan prioritas didasarkan pada proses yang sistematis dan logis.

Intinya, AHP (Analytic Hierarchy Process) berfungsi untuk menyelesaikan masalah yang kompleks dengan menyusun hirarki kriteria. Proses ini melibatkan penilaian subjektif dari pihak-pihak yang berkepentingan, yang kemudian digunakan untuk mempertimbangkan berbagai aspek demi mengembangkan bobot atau prioritas dalam pengambilan kesimpulan.

Peralatan utama AHP terdiri dari sebuah hierarki fungsional, yang sangat bergantung pada persepsi manusia sebagai input utamanya. Keberadaan hierarki memungkinkan dipecahnya masalah kompleks atau tidak terstruktur dalam sub – sub masalah, lalu menyusunnya menjadi suatu bentuk hierarki (Andhini et al., 2020).

Prosedur Analytic Hierarchy Process (AHP) terdiri dari tiga prinsip utama dalam menyelesaikan masalah, menurut Saaty. Ketiga prinsip tersebut adalah Decomposition, Comparative Judgment, dan Logical Consistency. Secara garis besar prosedur AHP meliputi tahapan sebagai berikut (Andhini et al., 2020) :

- a. Dekomposisi masalah merupakan langkah di mana tujuan yang telah ditetapkan diuraikan secara sistematis ke dalam struktur yang membentuk rangkaian sistem, sehingga tujuan tersebut dapat dicapai secararasional..
- b. Setelah proses dekomposisi selesai dan hirarki disusun dengan baik, langkah selanjutnya adalah melakukan penilaian perbandingan berpasangan (pembobotan) untuk setiap elemen dalam hirarki. Penilaian ini bertujuan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif masing-masing elemen.
- c. Setelah proses pembobotan atau pengisian kuesioner selesai, langkah berikutnya adalah menyusun matriks berpasangan. Tujuan dari langkah ini adalah untuk melakukan normalisasi bobot tingkat kepentingan pada setiap elemen dalam hierarkinya masing-masing. Pada tahap ini, analisis dapat dilakukan baik secara manual maupun dengan bantuan perangkat lunak seperti Expert Choice.

- d. Penetapan prioritas pada setiap tingkat hierarki memerlukan perbandingan berpasangan (pairwise comparisons) untuk setiap kriteria dan alternatif yang ada. Nilai-nilai perbandingan relatif tersebut kemudian diolah untuk menetapkan peringkat bagi semua alternatif yang ada. Baik kriteria kualitatif maupun kuantitatif dapat dibandingkan sesuai dengan penilaian yang telah ditetapkan, sehingga menghasilkan bobot dan prioritas. Bobot atau prioritas dapat dihitung melalui manipulasi matriks atau dengan menyelesaikan persamaan matematis.
- e. Sistesis dari prioritas diperoleh melalui proses perkalian antara prioritas lokal dan prioritas dari kriteria yang bersangkutan di tingkat atas. Hasilnya kemudian ditambahkan ke masing-masing elemen di tingkat yang dipengaruhi oleh kriteria tersebut. Kombinasi ini kemudian dapat digunakan untuk memberikan bobot prioritas lokal kepada elemen-elemen yang berada di tingkat terendah dalam hierarki.
- f. Pengambilan/penetapan keputusan merupakan proses di mana berbagai alternatif yang tersedia dievaluasi dan dipilih berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, untuk menemukan solusi yang terbaik.

1. Kelebihan dan kelemahan AHP

Seperti halnya metode analisis lainnya, AHP juga memiliki kelebihan dan kelemahan dalam sistem analisisnya. Kelebihan-kelebihan analisis ini adalah (Andhini et al., 2020):

a. Kesatuan (Unity)

AHP mengubah permasalahan yang kompleks dan tidak terstruktur menjadi sebuah model yang fleksibel dan mudah dipahami.

b. Kompleksitas (Complexity)

AHP (Analytic Hierarchy Process) menyelesaikan masalah kompleks dengan menggunakan pendekatan sistematik dan integrasi deduktif.

c. Saling ketergantungan (Inter Dependence)

AHP dapat diterapkan pada elemen-elemen dalam suatu sistem yang bersifat independen dan tidak memerlukan adanya hubungan linier.

d. Struktur Hirarki (Hierarchy Structuring)

AHP menggambarkan pemikiran alami yang cenderung mengelompokkan elemen-elemen dalam suatu sistem ke dalam berbagai tingkat. Setiap tingkat tersebut terdiri dari elemen-elemen yang memiliki kesamaan.

e. Pengukuran (Measurement)

AHP menawarkan skala pengukuran serta metode untuk menentukan prioritas.

f. Konsistensi (Consistency)

AHP mempertimbangkan konsistensi logis dalam penilaian yang diterapkan untuk menetapkan prioritas.

g. Sintesis (Synthesis)\

AHP memberikan estimasi menyeluruh mengenai tingkat desirabilitas setiap alternatif yang ada.

h. Trade Off

AHP mempertimbangkan prioritas relatif dari berbagai faktor dalam sistem, sehingga individu dapat memilih alternatif terbaik yang sesuai dengan tujuan mereka.

i. Penilaian dan Konsensus (Judgement and Consensus)

AHP tidak memerlukan adanya konsensus, melainkan mengintegrasikan hasil penilaian yang berbeda.

j. Pengulangan Proses (Process Repetition)

AHP (Analytic Hierarchy Process) memiliki kemampuan untuk membantu individu menyaring definisi suatu permasalahan serta mengembangkan penilaian dan pemahaman mereka melalui proses berulang. Namun, ada beberapa kelemahan yang melekat pada metode AHP, yaitu sebagai berikut:

Ketergantungan model Analytic Hierarchy Process (AHP) terhadap input utamanya. Input utama ini berfungsi sebagai persepsi seorang ahli, sehingga dalam konteks ini, subyektivitas ahli tersebut turut berperan.

Di samping itu, model yang ada tidak akan berarti jika penilaian yang diberikan oleh ahli tersebut tidak akurat. Metode AHP ini bersifat matematis dan tidak dilengkapi dengan pengujian statistik, sehingga tidak ada batasan dalam hal kepercayaan terhadap validitas model yang dihasilkan.

2. Tahapan AHP

Dalam metode AHP, terdapat beberapa langkah yang harus diikuti, yaitu sebagai berikut :

a. Mendefinisikan masalah sambil menetapkan solusi yang diinginkan.

Dalam tahap ini, kita berupaya untuk mengidentifikasi masalah yang akan kita selesaikan dengan cara yang jelas, terperinci, dan mudah dipahami. Dari masalah yang muncul, kita akan berusaha mencari solusi yang paling sesuai untuk mengatasinya. Ada kemungkinan bahwa solusi

untuk masalah ini lebih dari satu. Solusi-solusi tersebut akan kita kembangkan lebih lanjut pada tahap berikutnya.

- b. Membangun struktur hierarki yang dimulai dengan penetapan tujuan utama. Setelah menetapkan tujuan utama sebagai bagian terpenting, langkah berikutnya adalah menyusun level hierarki di bawahnya. Di sini, kita akan merumuskan kriteria-kriteria yang relevan untuk mempertimbangkan dan menilai alternatif yang telah kita tawarkan, serta untuk menentukan pilihan yang paling tepat. Setiap kriteria memiliki tingkat intensitas yang berbeda-beda. Hierarki ini kemudian dilanjutkan dengan subkriteria, jika diperlukan.
- c. Menyusun matriks perbandingan berpasangan yang mencerminkan kontribusi relatif atau pengaruh masing-masing elemen terhadap tujuan atau kriteria yang lebih tinggi. Matriks yang digunakan dirancang dengan kesederhanaan, Memiliki posisi yang kuat dalam kerangka konsistensi, dapat memperoleh informasi tambahan yang mungkin diperlukan, serta mampu menganalisis sensitivitas prioritas secara keseluruhan terhadap perubahan pertimbangan. Pendekatan menggunakan matriks mencerminkan dua aspek utama dalam prioritas, yaitu mendominasi dan didominasi. Perbandingan dilakukan dengan menggunakan penilaian dari pengambil keputusan untuk menentukan tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan dengan elemen lainnya. Proses perbandingan berpasangan dimulai dengan memilih sebuah kriteria dari tingkat teratas dalam hierarki, seperti K. Selanjutnya, dari tingkat di bawahnya, diambil elemen-elemen yang akan dibandingkan,

misalnya E1, E2, E3, E4, dan E5.

- d. Melakukan definisi perbandingan berpasangan akan menghasilkan total penilaian sebanyak $n \times [(n-1)/2]$, di mana n merupakan jumlah elemen yang dibandingkan.

Hasil dari perbandingan setiap elemen akan berupa angka antara 1 hingga 9, yang mencerminkan tingkat kepentingan masing-masing elemen. Jika sebuah elemen dalam matriks dibandingkan dengan dirinya sendiri, maka hasil perbandingannya akan diberi nilai 1. Skala 9 telah terbukti efektif dalam membedakan intensitas antar elemen. Hasil perbandingan ini kemudian dimasukkan ke dalam sel yang sesuai dengan elemen yang dibandingkan. Skala perbandingan perbandingan berpasangan dan maknanya yang diperkenalkan oleh Saaty bisa dilihat di bawah (Andhini et al., 2020).

Kepentingan Intensitas :

1 = Kedua elemen memiliki tingkat kepentingan yang setara; keduanya memberikan pengaruh yang sama signifikan.

Elemen yang satu memiliki sedikit lebih banyak pentingnya dibandingkan elemen lainnya, dengan pengalaman dan penilaian yang sedikit mendukung elemen tersebut dibandingkan yang lain.

5 = Salah satu elemen memiliki kepentingan yang lebih besar dibandingkan yang lainnya, di mana pengalaman dan penilaian memberikan dukungan yang kuat terhadap elemen tersebut.

Satu elemen jelas lebih penting daripada yang lainnya; elemen yang kuat ini didukung oleh dominasi yang terlihat dalam praktik.

9 = Salah satu elemen yang sangat penting dibandingkan elemen lainnya. Bukti yang mendukung elemen ini terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan yang paling tinggi, yang dapat memberikan penguatan yang signifikan.

Nilai 2, 4, 6, dan 8 mencerminkan nilai-nilai yang terletak antara dua pertimbangan yang berdekatan. Nilai-nilai tersebut diberikan ketika terdapat dua kompromi di antara dua pilihan. Sebaliknya, jika untuk aktivitas i terdapat satu angka yang menunjukkan tingkat kepentingan suatu elemen, maka ketika suatu elemen dalam matriks dibandingkan dengan dirinya sendiri, hasil perbandingan tersebut akan diberi nilai 1. Skala 9 telah terbukti efektif dalam membedakan intensitas antar elemen. Hasil perbandingan ini kemudian dicatat pada sel yang sesuai dengan elemen yang dibandingkan. Di bawah ini terdapat skala perbandingan berpasangan serta maknanya yang diperkenalkan oleh Saaty (Andhini et al., 2020). Intensitas Kepentingan dibanding dengan aktivitas j , maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i.

- e. Menghitung nilai eigen dan memeriksa konsistensinya. Jika hasilnya tidak konsisten, pengambilan data akan dilakukan kembali.
- f. Ulangi langkah 3, 4, dan 5 untuk setiap tingkat dalam hirarki.
- g. Menghitung vektor eigen dari setiap matriks perbandingan berpasangan memberikan bobot pada setiap elemen, yang diperlukan untuk menentukan prioritas elemen-elemen di tingkat hirarki terendah hingga mencapai tujuan akhir. Penghitungan dilakukan dengan menjumlahkan nilai setiap kolom dalam matriks, kemudian membagi setiap nilai kolom

dengan total kolom tersebut untuk memperoleh normalisasi matriks.

Selanjutnya, nilai-nilai dari setiap baris dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah elemen untuk mendapatkan rata-rata.

h. Memeriksa konsistensi hirarki.

Tahapan ini diukur dalam AHP melalui analisis rasio konsistensi dengan mempertimbangkan indeks konsistensi. Konsistensi yang diharapkan adalah yang mendekati tingkat sempurna, sehingga dapat menghasilkan keputusan yang lebih valid. Meskipun sulit untuk mencapai kesempurnaan, diharapkan rasio konsistensi dapat berada pada angka 10% atau kurang.

3. Aplikasi AHP

Berikut ini adalah beberapa contoh penerapan AHP (Andhini et al., 2020):

- a. Membuat suatu set alternatif;
- b. Perencanaan
- c. Menentukan prioritas
- d. Memilih kebijakan terbaik setelah menemukan satu set alternatif;
- e. Alokasi sumber daya
- f. Menentukan kebutuhan/persyaratan;
- g. Memprediksi outcome
- h. Merancang sistem
- i. Mengukur performa
- j. Memastikan stabilitas sistem
- k. Optimasi
- l. Penyelesaian konflik

Metode ini digunakan untuk menyelesaikan berbagai kriteria yang perlu dipertimbangkan, sehingga keputusan dapat diambil berdasarkan manfaat yang diperoleh. Selain itu, metode ini juga sangat berguna dalam kehidupan sehari-hari sebagai alat untuk membantu proses pengambilan keputusan, baik dalam hal pembelian maupun aspek lainnya.

4. Penyusunan Prioritas

Menentukan urutan prioritas elemen dilakukan dengan cara menyusun perbandingan berpasangan, di mana setiap elemen dalam sub-hirarki dibandingkan satu sama lain. Hasil perbandingan ini kemudian diubah menjadi bentuk matriks. Sebagai contoh, terdapat n objek yang dinyatakan sebagai (A_1, A_2, \dots, A_n) yang akan dinilai berdasarkan tingkat kepentingannya. Perbandingan antara objek A_i dan A_j akan dipresentasikan dalam bentuk matriks Perbandingan Berpasangan.

Tabel 2.2 - Matrik Perbandingan

	A ₁	A ₂	...	A _n
A ₁	a ₁₁	a ₁₂	...	a _{1n}
A ₂	a ₂₁	a ₂₂	...	a _{2n}
⋮	⋮	⋮	...	⋮
A _n	a _{m1}	a _{m2}	...	a _m

Membuat matriks perbandingan berpasangan memerlukan variabel-variabel yang dapat mencerminkan perbedaan antara satu faktor dan faktor lainnya. Untuk menilai perbandingan tingkat kepentingan antara satu elemen dan elemen lainnya, digunakan skala yang berkisar antara 1 hingga 9. Pendekatan Analytic Hierarchy Process (AHP) menerapkan skala Saaty, yang mencakup bobot mulai dari 1 hingga 9, sebagaimana ditunjukkan dalam tabel Skala Saaty.

Tabel 2.3 – Skala Saaty

Intensitas Kepentingan	Definisi
1	Kedua elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting ketimbang elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu esensial atau sangat penting ketimbang elemen yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen yang lainnya
9	Satu elemen mutlak lebih penting ketimbang elemen yang lainnya
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai antara diantara dua pertimbangan yang berdekatan

E. State of the art

No	Peneliti	Lokasi	Judul Literatur	Jumlah sampel	Faktor yang berpengaruh	Metode Penelitian	Hasil Analisis
1	Mellia Fransiska, dkk (2019)	Kota Bukittinggi	Faktor Resiko Kejadian Tuberculosis	38 Orang	<i>Tuberculosis</i> , Pengetahuan, Umur, Merokok, Kepadatan Hunian	Metode penelitian kuantitatif dengan desain <i>case control study</i>	Hasil penelitian dapat diketahui bahwa nilai signifikansi pengetahuan p value 0,021, umur p value 0,040, merokok p value 0,046 dan kepadatan hunian p value 0,032. Hasil analisis bivariat faktor risiko kejadian <i>tuberculosis</i> adalah pengetahuan (OR=6,429), umur (OR=5,926), merokok (OR=5,156) dan kepadatan hunian (OR=7,560). Kesimpulannya adalah Pengetahuan, umur, merokok dan kepadatan hunian merupakan faktor risiko Kejadian <i>Tuberculosis</i> dan secara statistic terdapat hubungan yang bermakna.

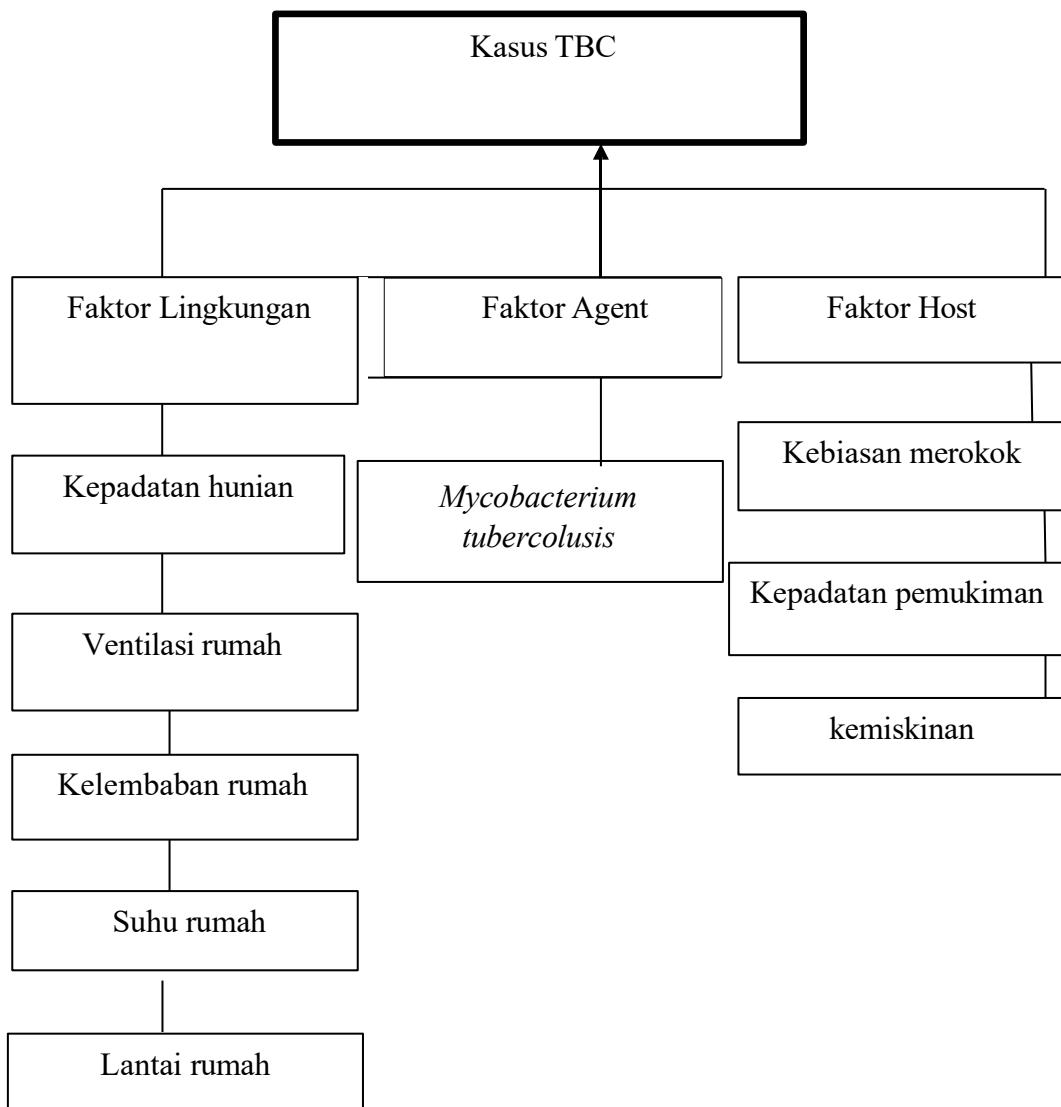
2.	Teguh Dwi Hartanto, dkk (2019)	Kota Semarang	Analisis Spasial Persebaran Kasus TBC Di Kota Semarang	1.171 kasus	Kepadatan Penduduk, Kemiskinan, TBC Paru	Penelitian Deskriptif menggunakan desain Studi ekologi deskriptif.	Distribusi kasus TBC Paru hampir semuanya tersebar di wilayah yang kepadatan penduduknya sangat padat (>400 jiwa/km ²).Distribusi kasus TBC Paru cukup tinggi di wilayah yang jumlah keluarga miskinnya rendah (<4,62%).
3.	Samhatul Inayah, dkk (2019)	Puskesmas Bergas	Penanggulangan TBC dengan Strategi DOTS	6 Informan	SDM Pengawasan Minum obat	menggunakan jenis penelitian adalah studi kasus menggunakan metode kualitatif dengan rancangan deskriptif	Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa Sumber Daya Manusia (SDM) atau tenaga pelaksana yang terlibat dalam pelaksanaan DOTS sebagai upaya pengendalian penyakit TBC di Puskesmas Bergas sudah sesuai dengan Pedoman Nasional Pengendalian TBC Tahun 2014. Hal ini dikarenakan di Puskesmas Bergas sudah tersedia tenaga terlatih yang terdiri atas dokter, perawat/petugas TBC, dan tenaga laboratorium. Tenaga

							pelaksana atau Tim DOTS dipilih langsung oleh Kepala Puskesmas dan semua petugas tersebut memiliki tugas sesuai peran dan fungsi masing-masing.
4	Melisa M, dkk (2019)	Puskesmas Tumiting Kota Manado	Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Tuberkulosis (TBC) Paru Di Puskesmas Tumiting Kota Manado	43 Responden	Pengetahuan, umur, pekerjaan, kebiasaan dan status gizi	Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif menggunakan desain case control dengan variabel yang diteliti adalah pengetahuan, umur, pekerjaan, kebiasaan dan status gizi.	Analisis dengan tes chi-square menunjukkan faktor pengetahuan (OR 2,358; 95 % CI = 1,116- 4,980), pekerjaan (OR 2,344; 95 % CI = 1,110- 4,948), kebiasaan (OR 2,617; 95 % CI = 1,233-5,551) dan status gizi (OR 2,483; 95 % CI = 1,173-5,255) berhubungan secara bermakna dengan kejadian TBC paru di Puskesmas Tumiting, Kota Manado. Faktor umur tidak terdapat hubungan secara bermakna dan bukan merupakan faktor terjadinya TBC paru. Analisis multivariat dengan regresi logistik menyatakan variabel yang paling

							berhubungan dengan kejadian TBC paru adalah faktor kebiasaan (OR = 4,189; 95% CI 1,329 – 54,929).
5	Bidarita Widiati, dkk (2021)	Puskesmas Korleko	Analisis Faktor Umur, Tingkat Pendidikan, Pekerjaan, Dan Tuberk Ulosis Paru Di Wilayah Kerja Puskesmas Korleko, Kabupaten Lombok Timur	52 Orang	Umur, Tingkat Pendidikan, Pekerjaan, TBC	Jenis penelitian yang digunakan adalah observasional analitik dengan rancangan crossectional	Hasil penelitian didapatkan bahwa tidak ada hubungan antara umur ($p= 0,131$) dan tingkat pendidikan ($p= 0,133$) dengan kejadian tuberkulosis paru. Sedangkan faktor pekerjaan ($p= 0,031$) memiliki hubungan dengan kejadian tuberkulosis paru. Berdasarkan hasil analisis multivariate diketahui bahwa faktor risiko yang paling dominan mempengaruhi keluhan muskuloskeletal adalah pekerjaan dengan nilai odds ratio

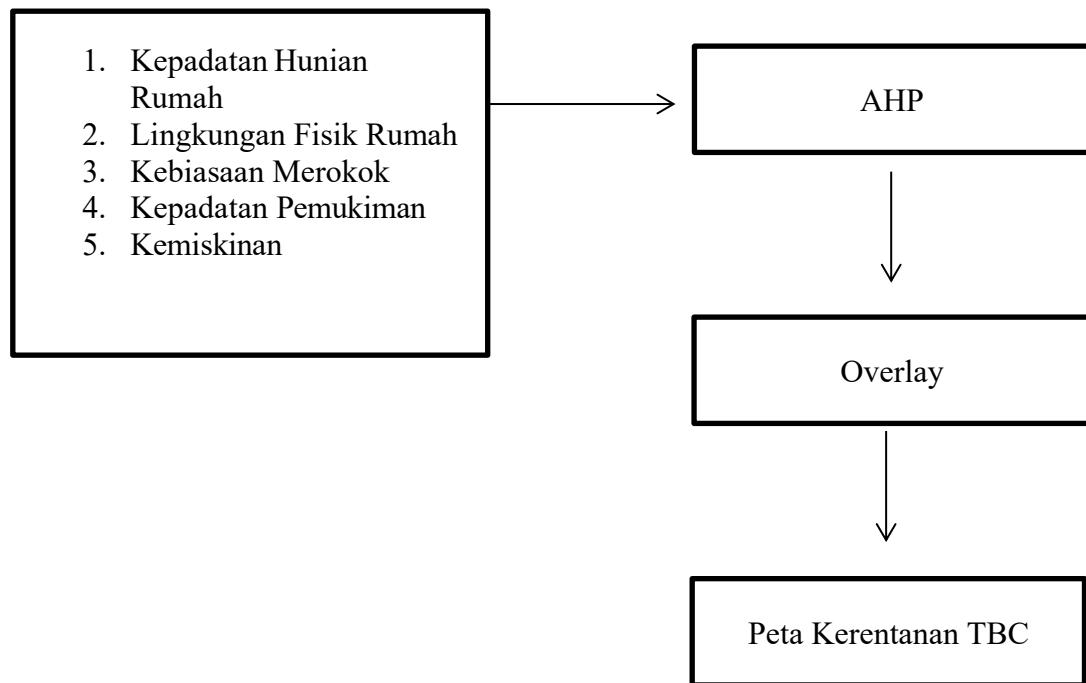
						(OR) sebesar 3,45 yang artinya peluang responden mengalami keluhan muskulo skeletal akibat pekerjaan sebesar 3,45 kali.
--	--	--	--	--	--	---

F. Kerangka Teori



Sumber : Modifikasi John Gordon dalam konsep segitiga epidemiologi.
 (Sang Gede, 2016)

G. Kerangka Konsep



H. Alur Kerja Penelitian

