

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lingkungan Hidup

Lingkungan adalah semua hal yang terdapat di sekitar organisme (Mutakin, 2018). Lingkungan juga diartikan sebagai interaksi manusia dengan alam dan lingkungan buatan. Pendekatan dalam mempelajari lingkungan merupakan pendekatan multidisiplin, artinya pendekatan ini melintasi batas-batas disiplin akademis seperti biologi, geologi, studi kebijakan politik, hukum, geologi, agama, teknik, kimia, dan ekonomi untuk menentukan dampak kemanusiaan terhadap alam (Sadiku *et al.*, 2020). Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 terkait Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) menguraikan yakni lingkungan hidup merupakan suatu tempat yang memuat banyak hal, kekuatan, kondisi, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan tindakannya yang berdampak terhadap alam, keberlangsungan kehidupan, serta kesejahteraan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pembelajaran mengenai lingkungan dan interaksinya memiliki tujuan untuk menciptakan lingkungan yang berkelanjutan.

Segala sesuatu di sekitar makhluk hidup yang berdampak pada kehidupan mereka dan terus-menerus dipelihara, baik secara alami maupun melalui campur tangan manusia, tanpa memperhatikan batasan waktu, dianggap sebagai lingkungan yang berkelanjutan. Cara memenuhi permintaan sumber daya saat ini untuk generasi sekarang dan mendatang tanpa mengorbankan kesejahteraan ekosistem yang menyediakannya adalah cara lain untuk mendefinisikan lingkungan yang berkelanjutan (Effendi *et al.*, 2018). Penggunaan sumber daya alam untuk pelaksanaan pembangunan erat kaitannya dengan lingkungan dan tata ruang,

sehingga dalam pelaksanaannya harus memperhatikan prinsip dari keberlanjutan (Cahyani, 2020). Suatu upaya manajemen sumber daya air ialah bagian dari kegiatan perlindungan sumber daya air tersebut.

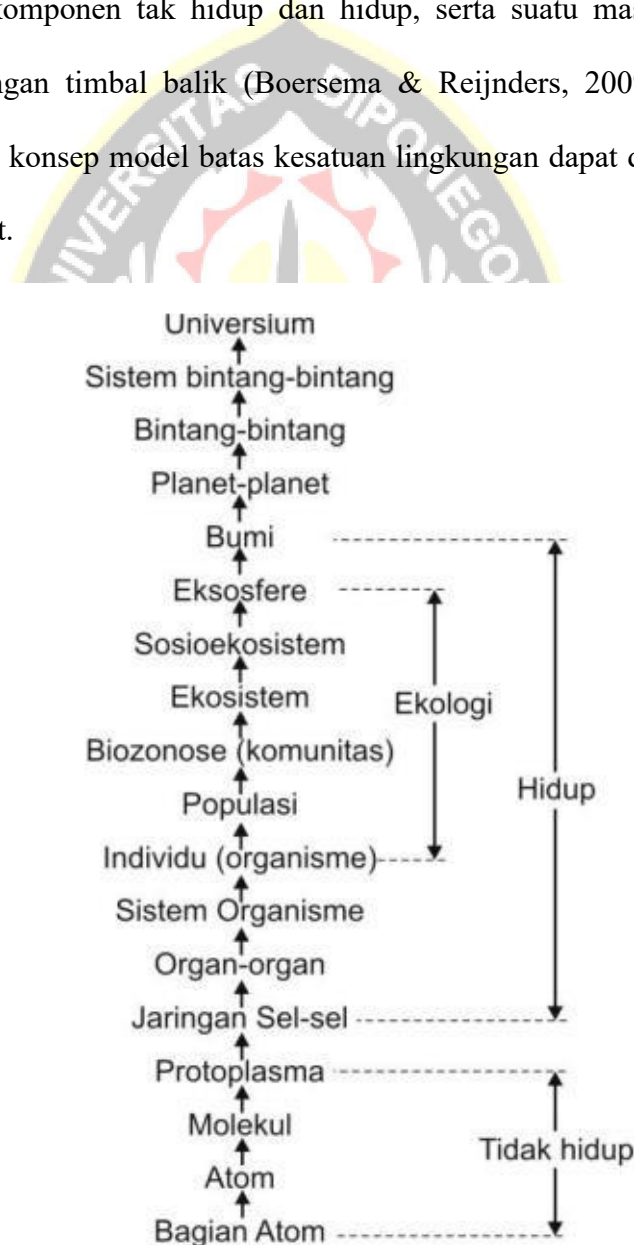
Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, menjelaskan bahwa pengelolaan dan perlindungan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, penggunaan, pengaturan, perawatan, pengawasan, dan penegakan hukum merupakan upaya sistematis dan saling terkait untuk menjaga kelestarian fungsi lingkungan hidup dan menghindari munculnya pencemaran atau bahkan kerusakan lingkungan hidup.

Pengelolaan berasal dari kata "*manage*", untuk mendefinisikan dan mencapai tujuan melalui penggunaan manusia dan sumber daya, pengelolaan dapat dipahami sebagai suatu proses yang meliputi perencanaan, pengorganisasian, pengaktifan, dan pengaturan (Kaehler & Grunde, 2019). Istilah "pengelolaan" dapat diterjemahkan sebagai "manajemen". Manajemen bersumber dari kata "*manage*" yang memiliki arti "mengatur." Pengaturan dilaksanakan melewati sebuah proses dan ditentukan oleh hierarki tugas manajemen. Dengan demikian, manajemen melibatkan perencanaan, pengorganisasian, penggerakan, dan pengaturan untuk mencapai tujuan yang diinginkan (Suawa *et al.*, 2021).

2.1.1 Ekologi

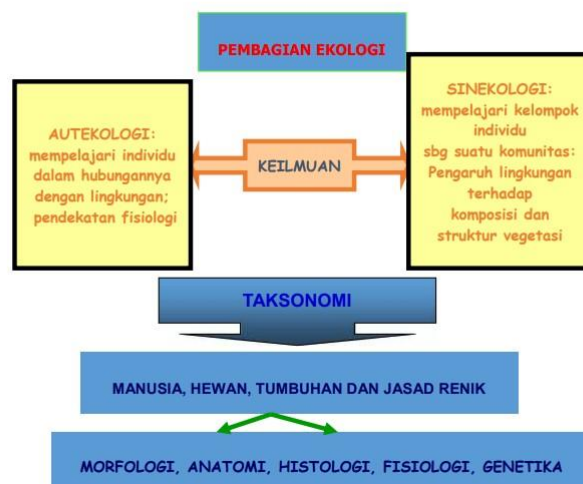
Lingkungan hidup adalah satu lokasi yang berisi semua hal, kekuatan, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan tindakannya yang berdampak pada kelangsungan hidup, alam itu sendiri, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lainnya. Kumpulan bidang akademik yang berfokus pada aspek

fisik, kimia, dan biologi lingkungan tempat makhluk hidup berada dikenal sebagai ilmu lingkungan (Belladonna & Surapati, 2019). Dasar pengetahuan lingkungan adalah konsep Ekologi. Istilah lingkungan hidup dalam ilmu lingkungan hidup adalah berasal dari ilmu ekologi, oleh karena itu lingkungan hidup diartikan sebagai komponen fisik, komponen tak hidup dan hidup, serta suatu masyarakat yang mempunyai hubungan timbal balik (Boersema & Reijnders, 2009). Hubungan timbal balik dalam konsep model batas kesatuan lingkungan dapat diketahui pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2. 1 Konsep Model Batas Kesatuan Lingkungan (Utomo *et al.*, 2015)

Konsep ekologi telah dikenal sejak tahun 1700 Sebelum Masehi (SM) oleh para ilmuwan seperti Hipocrates, Aristoteles melalui materi tentang kajian ekologi. Ekologi pada dasarnya adalah salah satu cabang biologi yang berkaitan dengan studi interaksi antara organisme dan lingkungan biofisiknya. Lingkungan biofisik ini mencakup komponen biotik dan abiotik. Kata "ekologi" ("*Ökologie*") muncul sejak tahun 1866 oleh ilmuwan Jerman Ernst Haeckel (Balasubramanian, 2017). Lingkungan biofisik tempat terjadinya semua mekanisme interaktif disebut ekosistem. Wilayah geografis tempat flora, fauna, dan makhluk hidup lainnya hidup berdampingan dengan pola cuaca dan bentuk lahan untuk menciptakan gelembung kehidupan disebut ekosistem. Ekologi berkaitan dengan organisme, populasi, komunitas, ekosistem, dan lingkungan hidup. lingkungan. Tempat hidup adalah lingkungan organisme. Oleh karena itu, ekologi terkadang disebut sebagai biologi lingkungan. Secara umum ekologi diakui sebagai salah satu ilmu alam. Hal ini dianggap sebagai ilmu yang berkaitan dengan alam dan keterkaitan dengan dunia kehidupan, seperti yang disajikan pada Gambar 2.2 di bawah ini.



Gambar 2. 2 Pembagian Ekologi (Maknun, 2017)

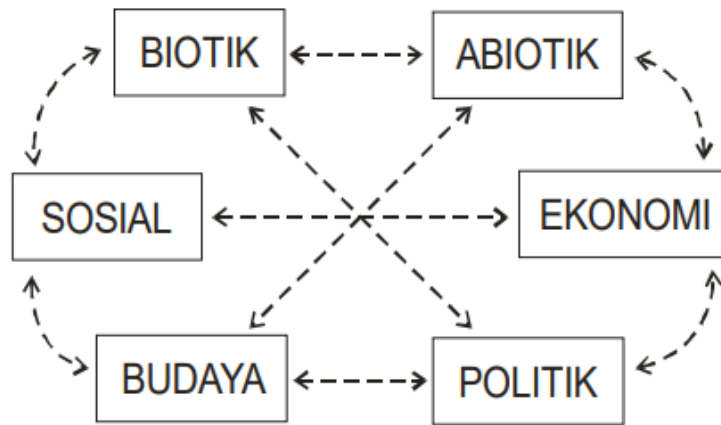
Ekosistem, biosfer, populasi, dan komunitas merupakan ruang lingkup ekologi. Penelitian ekologi dibagi menjadi dua kategori: autekologi dan sinekologi. Autekologi adalah metode fisiologis untuk mempelajari manusia dalam hubungannya dengan lingkungan sekitar. Di sisi lain, studi sinekologi meneliti bagaimana komunitas individu dipengaruhi oleh lingkungan sekitar untuk menentukan bentuk dan komposisi vegetasi. Ekologi adalah bidang biologi yang terhubung dengan morfologi, fisiologi, evolusi, genetika, zoologi, botani, biologi molekuler, dan entomologi, di antara ilmu-ilmu biologi lainnya.

Seiring dengan kemajuan pengetahuan dan teknologi, ekologi juga mengalami kemajuan. Pada ruang lingkup ekologi setiap struktur memiliki pengertiannya masing-masing. Populasi diartikan sebagai sekelompok organisme yang berinteraksi dari spesies yang sama yang menempati suatu wilayah tertentu (Khan, 2018). Komunitas dalam ekologi disebut sebagai kumpulan populasi dari spesies yang beragam yang tinggal bersama dalam sebuah wilayah (Wijayanti & Kharis, 2015). Ekosistem adalah keseluruhan dan totalitas komponen lingkungan hidup yang berinteraksi satu sama lain atau dapat dipahami sebagai interaksi yang luas antara makhluk hidup dan lingkungannya, yang dapat mencakup unsur hidup dan tak hidup (seperti tanah, air, udara, atau kimia fisik). Dan lapisan planet tempat ekosistem berfungsi disebut biosfer (Utomo *et al.*, 2015).

2.1.2 Kaitan Ekologi dengan KPBU SPAM Umbulan

Ekologi merupakan ilmu yang mengkaji keterkaitan antara organisme dengan lingkungannya. Keterkaitan ekologi dengan penelitian mengenai KPBU SPAM Umbulan yaitu adanya interaksi antara aspek biotik-abiotik-sosial-ekonomi-

budaya-politik. Interaksi ini digambarkan dalam dinamika interaksi ekologi sebagaimana disajikan pada Gambar 2.3 di bawah ini:



Gambar 2. 3 Dinamika Interaksi Ekologi

Aspek biotik dalam penelitian KPBU SPAM diartikan sebagai manusia (masyarakat di 5 Kab/Kota meliputi: Kabupaten Pasuruan, Kota Pasuruan, Kabupaten Sidoarjo, Kota Surabaya, Kabupaten Gresik serta *stakeholder* yang terlibat dalam pengelolaan KPBU SPAM Umbulan. Aspek abiotik dalam hal ini adalah ketersediaan air di mata air Umbulan, sedangkan aspek sosial yaitu kebutuhan masyarakat terhadap ketersediaan air Umbulan. Aspek ekonomi diartikan sebagai biaya untuk menerima manfaat dari penggunaan air pada KPBU SPAM. Aspek budaya diartikan sebagai kebiasaan masyarakat yang memanfaatkan sumber mata air Umbulan untuk kegiatan sehari-hari, kemudian aspek politik dalam penelitian KPBU SPAM adalah keterlibatan pemerintah dengan Badan Usaha dalam melaksanakan pengelolaan dan mencapai pemenuhan air melalui KPBU SPAM Umbulan.

Penelitian ini berkaitan dengan fenomena tingkat produksi dan penyerapan air minum < 4.000 lpd yang di indikasikan dengan adanya faktor penyebab praktik pengelolaan SPAM yang belum optimal. Pengelolaan SPAM yang tidak optimal dapat berpengaruh besar terhadap jasa ekosistem, daya dukung, dan daya tampung sumber mata air, termasuk di sumber mata air Umbulan. Jasa ekosistem adalah manfaat yang diperoleh manusia dari ekosistem yang berfungsi dengan baik. Sumber mata air, seperti Umbulan, memiliki berbagai jasa ekosistem yang sangat penting, antara lain: (1) Penyediaan air bersih: Sumber mata air seperti Umbulan merupakan sumber utama air minum bagi masyarakat sekitarnya. Pengelolaan SPAM yang buruk dapat mengganggu kontinuitas dan kualitas pasokan air bersih ini; (2) Pengaturan iklim mikro: Hutan atau vegetasi di sekitar sumber mata air berperan dalam pengaturan iklim mikro, yang menjaga kelembapan dan suhu lingkungan. Jika pengelolaan air tidak memperhatikan aspek ini, dapat mengurangi kapasitas vegetasi untuk menjalankan fungsinya; dan (3) Pemeliharaan habitat: Sumber mata air sering kali juga menjadi habitat bagi berbagai spesies flora dan fauna. Pengelolaan SPAM yang tidak tepat dapat merusak habitat-habitat ini dengan mengubah aliran atau kualitas air yang tersedia. Ketika pengelolaan SPAM tidak optimal, berpotensi mengganggu semua jasa ekosistem yang disebutkan di atas, mengurangi ketersediaan dan kualitas air, yang berdampak pada kesejahteraan masyarakat serta biodiversitas di sekitar sumber mata air.

Daya dukung sumber mata air adalah kemampuan ekosistem untuk mendukung berbagai fungsi ekologi, termasuk kemampuan sumber air untuk menyediakan air dalam jumlah yang cukup dan kualitas yang baik. Pengelolaan

SPAM yang tidak efisien (misalnya, penggunaan air yang tidak terkontrol atau pemborosan air dan tidak ada upaya konservasi pada sumber air baku) dapat mempercepat penurunan daya dukung sumber mata air. Sumber air Umbulan memiliki kapasitas terbatas dan jika dieksploitasi melebihi daya dukungnya, maka dapat mengarah pada kekeringan atau penurunan kualitas air. Pengelolaan yang kurang baik juga dapat menyebabkan pencemaran air, misalnya melalui penyerapan limbah atau bahan kimia yang mengkontaminasi air. Hal ini mengurangi daya dukung karena kualitas air yang turun akan mempengaruhi berbagai komponen ekosistem yang bergantung pada air tersebut. Jika pengelolaan SPAM tidak memperhatikan daya dukung sumber mata air, maka ketersediaan sumber air baku berkurang atau habis dan produksi air bersih berkurang, kualitas air minum curah menurun, dan menyebabkan kerusakan lingkungan secara keseluruhan.

Daya tampung adalah kapasitas lingkungan untuk menampung atau menyerap gangguan atau dampak yang diberikan. Dalam hal ini, daya tampung mengacu pada kemampuan sumber mata air Umbulan untuk menyerap permintaan yang semakin meningkat akan air. Pengelolaan SPAM yang tidak optimal seringkali berhubungan dengan ketidaksesuaian antara permintaan air dan ketersediaan sumber daya air itu sendiri. Jika SPAM tidak mampu menyediakan air secara merata dan berkelanjutan, dan permintaan meningkat pesat, sementara daya tampung sumber mata air terbatas. Selain itu, penggunaan air melebihi daya tampung atau kapasitas sumber mata air, hal ini dapat menyebabkan kerusakan pada ekosistem. Aliran air yang berkurang, penurunan kualitas air, dan bahkan penurunan cadangan air bisa terjadi jika tidak ada pengelolaan yang optimal dan

berkelanjutan. Secara ekologis, daya tampung sumber air Umbulan sangat bergantung pada keseimbangan antara kebutuhan manusia dan kemampuan ekosistem untuk memelihara sumber daya air secara alami. Ketidakseimbangan ini sering kali terjadi ketika pengelolaan SPAM tidak mengikuti prinsip keberlanjutan.

2.2 Pembangunan Berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan dari segi konsep, bersumber dari ilmu ekonomi yang mana hampir keseluruhan memprioritaskan pada problematika efisiensi dan kesetaraan guna menjamin keberlangsungan pertumbuhan ekonomi jangka panjang demi kebaikan masyarakat. Dari sudut pandang ekonomi, gagasan tersebut didasarkan pada ilmu biologi, yang mengkaji keberlanjutan dalam hal kesesuaian suatu tempat dan kapasitasnya untuk produktivitas atau regenerasi lingkungan.

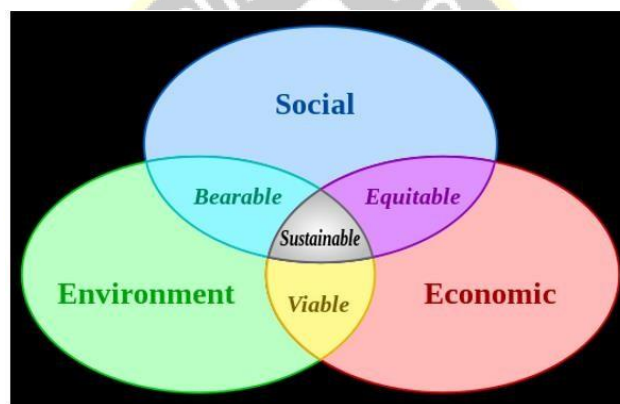
Konsep pembangunan berkelanjutan lahir dari Deklarasi Earth Summit 1992 yang dikenal juga sebagai *Konferensi Tingkat Tinggi Bumi* di Rio de Janeiro. Pembangunan berkelanjutan dimaknai dengan “Pembangunan yang memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri”. Deklarasi ini menekankan bahwa pembangunan harus dilakukan dengan mempertimbangkan tiga pilar utama, yaitu: (i) Pertumbuhan ekonomi: meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran, (ii) Keadilan sosial: mengurangi kesenjangan sosial dan memperhatikan hak-hak masyarakat, termasuk masyarakat adat, (iii) Perlindungan lingkungan: menjaga kualitas lingkungan hidup agar tetap lestari.

Sesuai dengan UU No. 32 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup disebutkan bahwa untuk melindungi lingkungan dan keselamatan, kapasitas, kesejahteraan, dan standar hidup generasi sekarang dan mendatang, pembangunan berkelanjutan ialah suatu usaha yang disengaja dan terencana yang mengintegrasikan faktor lingkungan, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan.

Pembangunan yang mencukupi keperluan saat ini dengan tetap memperhatikan tuntutan generasi di masa depan dikenal sebagai pembangunan berkelanjutan. Mempertahankan standar hidup semua orang, baik saat ini maupun di masa mendatang, secara berkelanjutan merupakan prinsip dasar pembangunan berkelanjutan. Keadilan sosial, kesejahteraan ekonomi, dan pelestarian lingkungan merupakan konsep utama pembangunan berkelanjutan. Strategi yang komprehensif digunakan dalam pembangunan berkelanjutan (Widjayanti *et al.*, 2014).

Pembangunan berkelanjutan mempertimbangkan secara cermat bagaimana tiap perilaku sosial dan ekonomi memengaruhi lingkungan. Agar keberlanjutan lingkungan dapat dipertahankan baik saat ini maupun di masa mendatang, dampak negatif terhadap lingkungan wajib dicegah dalam semua aktivitas sosial dan ekonomi (Alisjahbana & Murniningtyas, 2018). Pertumbuhan ekonomi bukanlah satu-satunya aspek pembangunan berkelanjutan; bentuk-bentuk pembangunan lain di domain lain juga dipertimbangkan. Di sisi lain, pembangunan berkelanjutan dimulai dengan pembangunan ekonomi. Diharapkan pertumbuhan ekonomi yang baik akan mengarah pada keberhasilan pembangunan di bidang lain (Hasan & Muhammad, 2018).

Tiga bidang kebijakan yang tercakup dalam pembangunan berkelanjutan adalah: pelestarian lingkungan, pembangunan sosial, dan pertumbuhan ekonomi. Menurut teks PBB, khususnya dokumen *World Summit* tahun 2005, ketiga kategori ini saling terkait dan berfungsi sebagai landasan bagi pembangunan berkelanjutan. Keterkaitan pilar pembangunan berkelanjutan sebagaimana disajikan pada Gambar 2.4 berikut:



Gambar 2.4 Keterkaitan Pilar Pembangunan Berkelanjutan (YosefDoost & Lubitz, 2020)

UNESCO (2001), menegaskan bahwa keragaman budaya sama pentingnya bagi umat manusia seperti keanekaragaman hayati bagi alam yang selanjutnya mengkaji gagasan pembangunan berkelanjutan di persimpangan tiga pilar tersebut. Dengan demikian, pertumbuhan dipandang sebagai sarana untuk mencapai pemenuhan kebutuhan intelektual, emosional, moral, dan spiritual di samping kemajuan ekonomi. Dari sudut pandang ini, kebijakan keempat dalam lingkup kebijakan pembangunan berkelanjutan adalah keberagaman budaya.

Secara umum, pembangunan hijau berbeda dari pembangunan berkelanjutan karena pembangunan ini lebih memprioritaskan keberlanjutan lingkungan daripada faktor budaya dan ekonomi. Para pendukung pembangunan

berkelanjutan berpendapat bahwa gagasan ini menawarkan kerangka kerja untuk keberlanjutan yang komprehensif dalam situasi di mana konsep Pembangunan Hijau yang canggih sulit diterapkan. Misalnya, di daerah dengan sumber daya keuangan yang rendah, fasilitas dengan peralatan pengolahan limbah canggih yang memerlukan biaya perawatan yang besar kemungkinan tidak akan layak.

Alam dan budaya hidup berdampingan dalam lingkungan. Dalam hal ini, *Network of Excellence "Sustainable Development in a Diverse World"* SUS.DIV beroperasi. Mereka memandang keragaman budaya sebagai komponen penting dari pendekatan inovatif terhadap pembangunan berkelanjutan dan mencakup kemampuan transdisipliner.

Faktor lingkungan dan sosial menghadirkan kesulitan bagi inisiatif pembangunan. Hal ini jelas dari gagasan keberlanjutan bisnis, yang menghadirkan keperluan dunia sebagai peluang bagi bisnis swasta untuk menawarkan solusi yang kreatif dan giat. *Center for Sustainable Global Enterprise di Cornell University* adalah salah satu sekolah bisnis yang kini mengajarkan sudut pandang ini. Pertanian, atmosfer, keanekaragaman hayati, bioteknologi, *climate change*, pola konsumsi dan produksi, demografi, keuangan, energi, hutan, bencana, air minum, dan masih banyak lagi semuanya tercantum dalam daftar Departemen Pembangunan Berkelanjutan Perserikatan Bangsa-Bangsa pada tahun 2007 (Kinerja BUMD Air Minum 2021 (*Executive Summary*), 2021).

Istilah "pembangunan berkelanjutan" mencakup banyak sudut pandang yang berbeda. Istilah ini mencakup pengetahuan tentang ekologi yang mendalam, keberlanjutan yang kuat, dan keberlanjutan yang lemah. Pertentangan yang

signifikan antara ekosentrisme (lingkungan) dan *antroposentrisme* (manusia) juga terlihat dalam pengertian lain. Akibatnya, istilah ini tidak didefinisikan dengan baik dan menjadi bahan diskusi yang panjang. Dengan menggunakan apa yang disebut metrik dan indikator keberlanjutan, beberapa organisasi telah mencoba mengukur dan melacak definisi keberlanjutan mereka sendiri selama 10 tahun terakhir.

Tujuan pembangunan berkelanjutan adalah menjadikan kebutuhan ekonomi lebih mudah diakses dan memadai. Selama proses tersebut, pengembangan sumber daya dengan pengelolaan yang tepat dan ramah lingkungan digunakan untuk melestarikan aset. Keadilan bagi masyarakat untuk masa sekarang atau masa yang akan datang tetap menjadi pertimbangan dalam pembangunan berkelanjutan. Lebih jauh, faktor sosial dan lingkungan juga menjadi pertimbangan dalam pembangunan berkelanjutan. Aktivitas manusia yang dianggap sebagai penyebab perubahan lingkungan harus diperhitungkan dalam setiap keputusan pembangunan (Hasan & Muhammad, 2018).

Pemberdayaan masyarakat sebagai organisasi sosial adalah salah satu tujuan pembangunan berkelanjutan. Manusia dianggap sebagai pedoman pembangunan yang efektif melalui pertumbuhan pengelolaan organisasi masyarakat sosial. Memotivasi kelompok masyarakat sosial untuk mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan merupakan tujuan pemberdayaan. Keterampilan sumber daya manusia yang berkembang semakin dikenal luas di masyarakat, yang mendorong keterlibatan masyarakat yang lebih besar dalam pembangunan. Lebih jauh, tujuan pembangunan berkelanjutan adalah untuk meningkatkan kesadaran akan jenis-jenis usaha yang memiliki bagian usaha layanan masyarakat, serta lembaga dan

kelompok masyarakat sosial. Untuk meningkatkan kemandirian dan kapasitas masyarakat melalui pengorganisasian, pembangunan berkelanjutan berubah menjadi mekanisme kontrol bagi proses pembangunan. Pembangunan berkelanjutan juga mengembangkan nilai-nilai tradisional masyarakat berdasarkan kearifan lokal (Hasan & Muhammad, 2018).

Konservasi lingkungan dan pembangunan berkelanjutan memiliki tujuan yang sama. Kemakmuran dan ketahanan pertumbuhan sosial dan ekonomi dapat didukung oleh keadaan lingkungan yang berkelanjutan. Pembangunan akan sulit dilaksanakan dalam masyarakat dengan keadaan sosial dan ekonomi yang kurang stabil. Lebih jauh lagi, pertumbuhan ekonomi yang tidak dibatasi pemanfaatan sumber daya alam secara wajar akan menyebabkan kerusakan ekologi. Penilaian lingkungan merupakan komponen utama pembangunan berkelanjutan. Dampak setiap kegiatan pembangunan terhadap lingkungan diperhitungkan saat melakukan evaluasi (Hasan & Muhammad, 2018).

Menurut teori pembangunan berkelanjutan, kemajuan generasi sekarang seharusnya tidak memerlukan konsesi dari generasi mendatang dalam bentuk berkurangnya kesejahteraan sosial dibandingkan dengan masa sekarang (Suparmoko, 2020). Berkaitan dengan pembangunan berkelanjutan terdapat agenda dunia yang menyebutkan tentang tujuan pembangunan berkelanjutan (TPB) atau *sustainable development goals* (SDGs) yang terdiri dari 17 tujuan (Bappenas, 2019). Pada konteks penelitian KPBU SPAM Umbulan, berkaitan erat dengan TPB ke 6 tentang Air Bersih dan Sanitasi Layak. Meskipun secara spesifik berkaitan dengan TPB ke 6, namun secara keseluruhan 17 tujuan pembangunan berkelanjutan

berkorelasi dengan sumber daya air meliputi: TPB 1 (Tanpa kemiskinan), TPB 2 (Tanpa kelaparan), TPB 3 (Kehidupan sehat dan sejahtera), TPB 4 (Pendidikan berkualitas), TPB 5 (Kesetaraan gender), TPB 7 (Energi bersih dan terbarukan), TPB 8 (Pekerjaan layak dan pertumbuhan ekonomi), TPB 9 (Industri, inovasi dan infrastruktur), TPB 10 (Berkurangnya kesenjangan), TPB 11 (Kota dan pemukiman yang berkelanjutan), TPB 12 (Konsumsi dan produksi yang bertanggungjawab), TPB 13 (Penanganan perubahan iklim), TPB 15 (Ekosistem dararab), TPB 16 (Perdamaian, keadilan dan kelembagaan yang tangguh), dan TPB 17 (Kemitraan guna menggapai tujuan).

Pembangunan berkelanjutan dengan KPBU SPAM Umbulan memiliki keterkaitan yang sangat erat dikarenakan program Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Umbulan di Jawa Timur itu adalah contoh nyata implementasi prinsip pembangunan berkelanjutan. Hal ini dilihat berdasarkan aspek sosial, ekonomi dan lingkungannya. Secara aspek sosial, program ini bertujuan untuk meningkatkan akses air bersih sekitar 1,6 juta orang di lima kabupaten/kota. Dengan air bersih yang layak, kualitas hidup masyarakat meningkat, yang juga membantu mengurangi kesenjangan sosial. Secara aspek ekonomi, dengan pasokan air minum curah yang lebih stabil dan terjangkau, sektor industri, pertanian, dan jasa di daerah sekitar juga ikut berkembang. Ini mendorong pertumbuhan ekonomi daerah tanpa merusak sumber daya alamnya. Selanjutnya, dilihat dari aspek lingkungan menunjukkan bahwa KPBU SPAM Umbulan memanfaatkan sumber mata air alami (Umbulan) dengan sistem yang dirancang untuk meminimalkan eksploitasi

berlebihan. Ini penting untuk menjaga kelestarian sumber daya air dalam jangka panjang. Adapun penjelasan diatas digambarkan kedalam bagan berikut ini:



Gambar 2. 5 Keterkaitan Pembangunan Berkelanjutan dengan SPAM Umbulan

2.3 Tata Kelola

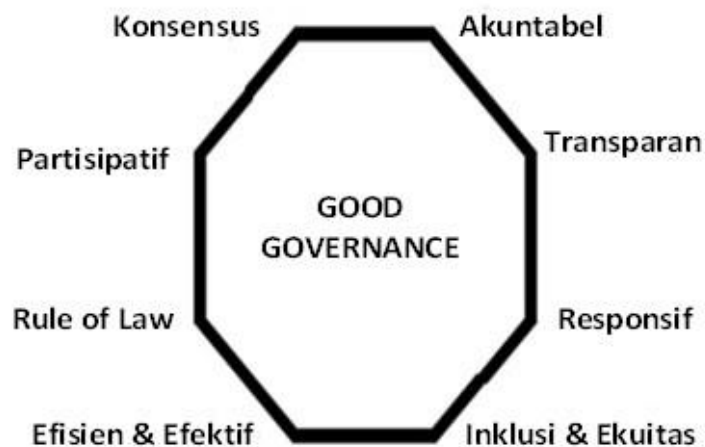
Pengelolaan proses pembangunan yang mencakup sektor publik dan swasta terkait erat dengan gagasan tata kelola. Tata kelola mencakup kewenangan dan fungsi sektor publik serta undang-undang dan organisasi yang menjadi dasar pelaksanaannya. Akuntabilitas kinerja keuangan dan ekonomi, serta lingkungan regulasi di sekitar bisnis, organisasi, dan kemitraan, baik di sektor publik maupun swasta (Islam, 2017).

Tata kelola diartikan sebagai pendekatan struktural dan prosedural. Istilah tata kelola mengacu pada kemampuan untuk memerintah dan mengelola sesuatu (Vymětal, 2007). Untuk mengelola masalah yang dihadapi masyarakat atau negara, tata kelola adalah cara menggunakan kekuatan politik, ekonomi, dan administratif

yang melibatkan ketiga sektor: sektor publik, swasta, dan masyarakat sipil. (Asaduzzaman, 2020).

Menurut Kaufmann *et al.* (2000), tata kelola (*governance*) dikaitkan dengan tiga perspektif: (i) metode di mana pemerintah dipilih, didirikan, bertanggung jawab, diawasi, dan diganti; (ii) kemampuan pemerintah untuk mengelola sumber daya secara efektif, membuat dan menjalankan kebijakan dan peraturan; dan (iii) ketersediaan ruang publik untuk tujuan memfasilitasi akses layanan dan partisipasi dalam pembangunan.

Tata kelola yang baik menjadi signifikan untuk dilakukan sehingga dapat mencapai suatu tujuan, terdapat beberapa indikator dalam tata kelola yang baik (*good governance*) mencakup : (1) dari segi hukum; (2) akuntabel; (3) transparan; (4) inklusi dan berkeadilan; (5) partisipatif; (6) keputusan berdasarkan konsensus; (7) responsif; dan (8) efisien dan efektif. Indikator-indikator tata kelola ditunjukkan pada Gambar 2.6 berikut.



Gambar 2. 6 Prinsip Tata Kelola (Satpathy *et al.*, 2013)

Menurut etimologinya, "tata kelola" berasal dari kata "kelola" yang berarti mengatur, menyelenggarakan, menjalankan, dan mengendalikan sesuatu.

Konsep tata kelola berpusat pada bagaimana sebuah organisasi, proyek, atau lembaga diatur dan diawasi supaya: (1) Tujuan bisa tercapai dengan efektif, (2) Prosesnya adil, transparan, dan bertanggung jawab, dan (3) Semua pihak yang berkepentingan (*stakeholders*) merasa dilibatkan dan dilayani dengan baik. Pada tata kelola setidaknya terdiri dari komponen diantaranya yaitu: terdapat struktur organisasi, mekanisme proses pengambilan keputusan, adanya kebijakan dan regulasi, sistem pengawasan dan evaluasi serta manajemen risiko.

Pemahaman tata kelola sumber daya, yaitu adanya anggapan “mempunyai” terhadap sumber daya yang ada disekitarnya (Annaifah, 2024). Dalam konteks tata kelola sumber daya, keterlibatan masyarakat menyoroti bagaimana orang dapat merencanakan, melaksanakan, dan mengelola lingkungan lokal mereka (UNEP, 2004). Dampaknya adalah warga secara sadar ikut serta dalam pengelolaan untuk kepentingan warga (Irza & Rozalinna, 2021). Tujuan dari tata kelola sumber daya air yaitu memastikan akses yang adil dan merata terhadap air, mengurangi konflik terkait air, memperbaiki akses terhadap air bersih dan sanitasi, serta memperkuat ketahanan lingkungan dan ekonomi negara secara keseluruhan (Annaifah, 2024).

2.4 Teori Sistem

Teori sistem adalah kumpulan pernyataan yang dirancang oleh para spesialis untuk membantu orang lain mengkaji dan memahami suatu sistem. Kumpulan berbagai bagian yang saling terhubung untuk membentuk suatu keseluruhan guna mencapai tujuan tertentu disebut sistem (Maydianto & Ridho, 2021). Teori sistem memberikan penekanan ganda pada hubungan organisasi dan saling ketergantungan antar komponen sistem serta hubungan organisasi-

lingkungan. Struktur dan pola serta hubungan suatu sistem muncul dari interaksi antar komponen, sehingga setiap sistem bersifat unik (Lai & Huili Lin, 2017). Sistem memiliki sifat-sifat umum, seperti keteraturan hierarki, penggandengan, permeabilitas, holisme, kemunculan, keseimbangan, dan homeostatis. Mewakili perspektif sistem yang lebih luas terdapat beberapa teori dan perspektif spesifik, seperti teori pengorganisasian Weick, perspektif jaringan komunikasi, perspektif ekologi dan evolusi, dan teori sistem pengorganisasian mandiri. Teori sistem telah diterapkan secara luas di bidang penelitian mulai dari desain komunikasi dan adopsi penggunaan teknologi dalam operasi organisasi hingga komunikasi profesional, kampanye kesehatan, dan hubungan masyarakat.

Ada 2 jenis sistem yaitu sistem terbuka dan sistem tertutup. Makna terbuka dan tertutup dipengaruhi oleh berhubungan atau tidaknya terhadap lingkungan. Pernyataan atau preposisi para ahli perlu didukung dengan teori yang ada atau disebut sebagai aksioma. Terdapat 30 prinsip atau karakter sistem meliputi:

<i>Circular Causality</i>	<i>Communication</i>	<i>Complementary</i>	<i>Control</i>	<i>Darkness</i>
<i>Dynamic Equilibrium</i>	<i>Emergence</i>	<i>Equipfinality</i>	<i>Feedback</i>	<i>Hierarchy</i>
<i>Holism</i>	<i>Homeorhesis</i>	<i>Homeostatis</i>	<i>Information Redundancy</i>	<i>Minimum Critical Specification</i>
<i>Multifinality</i>	<i>Pareto</i>	<i>Purposive Behavior</i>	<i>Recursion</i>	<i>Redundancy</i>
<i>Redundancy of Potential Command</i>	<i>Relaxation Time</i>	<i>Requisite Hierarchy</i>	<i>Parsimony Requisite</i>	<i>Requisite Saliency</i>
<i>Requisite Variety</i>	<i>Satisficing</i>	<i>Self Organization</i>	<i>Sub-Optimization</i>	<i>Viability</i>

Gambar 2. 7 Prinsip Sistem (Heryana, 2021)

Prinsip atau kareakter sistem seperti yang tertera pada Gambar 2.7

dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

- 1) *Circular Causality*: Preposisi yang menyatakan penyebab, efek atau dampak.
- 2) *Communication*: Menurut konsep tersebut, keluaran satu sistem ditentukan dan dibagikan dengan sistem lain.
- 3) *Complementary*: Preposisi menyatakan kebenaran atau “truths”.
- 4) *Control*: Menurut preposisi, setiap sistem mempertahankan atau menjaga identitas dan fungsinya bahkan ketika lingkungan eksternal berubah.
- 5) *Darkness*: Setiap subsistem berada dalam keadaan ketidaktahuan mengenai perilaku keseluruhan sistem.
- 6) *Dynamic Equilibrium*: Keadaan di mana sistem stabil atau seimbang.
- 7) *Emergence*: Menurut preposisi, identitas diciptakan oleh struktur dan tindakan yang dihasilkan oleh subsistem atau komponen sistem.
- 8) *Equifinality*: Preposisi menunjukkan bahwa sistem terbuka dan, tergantung pada situasi awal, tujuannya mungkin atau mungkin tidak berubah dari sistem.
- 9) *Feedback*: Terdapat tiga komponen dalam setiap sistem dan subsistem: masukan, proses (transformasi), dan keluaran (keluaran/tujuan). Setiap tindakan, aktivitas, dan proses dalam sistem atau subsistem yang bertujuan untuk mencapai keluaran atau tujuan memerlukan umpan balik yang berlawanan dengan alur masukan-proses-keluaran. Oleh karena itu, umpan balik akan memberikan indikasi bahwa sistem perlu mencapai tujuannya.

- 10) *Hierarchy*: Preposisi ini menyampaikan gagasan bahwa komponen-komponen sistem yang lebih kecil, yang dikenal sebagai subsistem, bergabung untuk membentuk sistem secara keseluruhan. Subsistem di belakangnya menjadi subsistem itu sendiri, dan seterusnya.
- 11) *Holism*: sudut pandang holistik atau komprehensif, atau melihat masalah dari beberapa sudut. Menurut konsep holisme, atribut sistem secara keseluruhan tidak berasal dari jumlah atribut subsistem di bawahnya.
- 12) *Homeorhesis*: Berbeda dengan homeostasis, gagasan homeotesis didasarkan pada sifat dinamis perubahan sistemik yang disebabkan oleh pengaruh eksternal.
- 13) *Homeostatis*: Prinsip homeostasis, yang bersifat internal terhadap sistem dan tidak terkait dengan lingkungan, menjelaskan mengapa suatu sistem mungkin tampak stabil atau tidak mengalami perubahan bahkan ketika perubahan internal sedang terjadi. Gagasan tentang dinamika sistem (sistem dinamis) lahir atas dasar *homeostasis* dan *homeorhesis*.
- 14) *Information Redundancy*: Preposisi ini menjelaskan bahwa akan selalu ada terlalu banyak informasi dalam sistem apa pun atau bahwa informasi yang dikirim ke penerima yang dituju akan lebih sedikit daripada informasi yang telah disiapkan.
- 15) *Minimum Critical Specification*: Preposisi ini menguraikan yakni semua sistem memiliki persyaratan kritis yang menentukan kinerja atau pencapaian.
- 16) *Multifinality*: Menurut preposisi ini, meskipun dimulai dari tempat yang sama, sistem tersebut cenderung mencapai beberapa tujuan.

- 17) *Pareto*: Menurut preposisi ini, ada kecenderungan 80% komoditas, layanan, atau produk yang dibuat akan dikonsumsi oleh 20% anggota sistem atau subsistem.
- 18) *Purposive Behavior*: Menurut preposisi ini, karakter, perilaku, atau aktivitas sistem semuanya berhubungan langsung dengan tujuan yang ingin dicapainya.
- 19) *Recursion*: Menurut preposisi ini, proses tingkat tertinggi atau sistem kerja merupakan pengulangan dari tingkat di bawahnya. Ini menyiratkan bahwa suatu proses yang berlangsung pada satu tingkat sistem akan direplikasi atau diikuti pada tingkat sistem berikutnya.
- 20) *Redundancy*: Preposisi ini berarti kelebihan, dan dapat dipahami bahwa jika terdapat kelebihan sumber daya yang dimiliki, ketahanan dan ketergantungan sistem akan meningkat. Berdasarkan preposisi ini, sistem atau organisasi berusaha mengumpulkan sumber daya agar dapat terus beroperasi.
- 21) *Redundancy of Potential Command*: Menurut preposisi ini, penyampaian instruksi atau informasi yang sering bisa memperoleh aksi atau kegiatan yang berhasil. Atau dapat diartikan sebagai sistem yang tertinggal dalam hal pengetahuan akan menjadi ketinggalan zaman atau kalah dari pesaing.
- 22) *Relaxation Time*: Menurut preposisi ini, setiap sistem (individu atau organisasi) memiliki momen ketika mengevaluasi atau mempertimbangkan statusnya. Biasanya, kecepatan tercapainya keseimbangan dan kerentanan terhadap gangguan dinilai.

- 23) *Requisite Hierarchy*: Preposisi ini menyatakan bahwa unit pada hierarki yang lebih tinggi diperlukan untuk membuat kontrol dan kebijakan yang sama di seluruh perusahaan.
- 24) *Requisite Parsimony*: Setiap sistem manusia atau organisasi, serta subsistemnya, memiliki keterbatasan memori dan hafalan. Agar setiap sistem memiliki batasan pada berapa banyak subsistem yang dapat dikelola atau dikendalikannya. Jumlah entitas terbaik yang dapat diatur oleh sistem, menurut temuan penelitian, adalah tujuh ± 2 , atau antara 5 dan 9.
- 25) *Requisite Saliency*: dibutuhkan akan faktor/atribut penting.
- 26) *Requisite Variety*: perlunya keragaman atau variasi. Menurut teori ini, jika terdapat sedikitnya variasi pengawasan sebanyak perubahan skenario yang terkendali, sistem akan mampu mengatur dan mengawasi subsistem dengan sukses.
- 27) *Satisficing*: Menurut teori ini, pilihan yang dibuat untuk suatu sistem atau subsistem tidak akan menyenangkan semua orang.
- 28) *Self Organization*: menurut teori ini, sistem apa pun akan secara otomatis mengatur dirinya sendiri dalam mengalami tantangan untuk menjaga dirinya agar tidak terjadi kekacauan. Pilihan yang mengatur dibuat secara mendadak dan tidak bergantung pada keadaan awal sistem.
- 29) *Sub-Optimization*: Konsep sub-optimalisasi menekankan bahwa meskipun suatu subsistem (bagian dari sistem) telah beroperasi atau aktif secara optimal, sistem secara keseluruhan mungkin tidak selalu mengikutinya.

30) *Viability*: preposisi ini menekankan perlunya menjaga keseimbangan sistem agar dapat terus beroperasi (hidup).

Teori sistem umum adalah kerangka ilmu pengetahuan dalam arti bahwa bertujuan untuk menyediakan kerangka kerja atau struktur sistem yang dapat digunakan untuk menggantungkan inti disiplin dan pokok bahasan tertentu dalam kumpulan pengetahuan yang teratur dan koheren (Lai & Huili Lin, 2017). Berdasarkan cara mereka berinteraksi dengan lingkungannya, sistem dapat diklasifikasikan menjadi (1) sistem terbuka, (2) sistem tertutup, atau (3) sistem terisolasi (Heryana, 2021).

2.4.1 Sistem Terbuka (*Open System*)

Suatu sistem dianggap terbuka jika ia berkomunikasi dengan lingkungan eksternalnya secara berkala. Komponen-komponen sistem terbuka adalah masukan, prosedur, keluaran, tujuan, evaluasi, dan penilaian. Lingkungan eksternal, kesetaraan, dan batasan merupakan komponen-komponen penting dari suatu sistem terbuka (Authenticity Consulting, 2006). Teori sistem terbuka, atau melihat organisasi sebagai struktur terbuka dan berjejaring yang merupakan bagian dan dipengaruhi oleh lingkungan eksternal. Model struktur organisasi baru untuk organisasi seni dan budaya yang dapat mengarah pada peningkatan kinerja baik di bidang keuangan maupun non-keuangan (Jung & Vakharia, 2019).

Penelitian terdahulu menyebutkan bahwa sistem terbuka ialah suatu sistem yang dapat terjadi pertukaran materi atau energi dengan lingkungannya (Anggraini *et al.*, 2016). Menurut penelitian lain, sistem menghasilkan pertukaran benda (material) dan energi (panas dan kerja) dengan lingkungannya. Peralatan yang

melibatkan pergerakan massa ke dalam atau ke luar sistem, seperti mesin pembakaran, kompresor, turbin, dan nosel, termasuk dalam sistem terbuka ini (Sianturi, 2020).

2.4.2 Sistem Tertutup (*Closed System*)

Sistem tertutup ialah sistem yang hanya menjalankan perpindahan energi dengan lingkungan sekitar (Fatiatun et al., 2023). Sistem ini memiliki beberapa cara pertukaran waktu. Contoh metode penerapan sistem tertutup yaitu menggunakan dinding diatermik yang memungkinkan panas mengalir melalui wadah atau container. Saat menuangkan air panas ke dalam wadah kedap udara dan menutupnya, uap akan keluar namun tetap terasa panas di dinding karena panas sudah keluar.

2.4.3 Sistem Terisolasi (*Isolated System*)

Sistem terisolasi ialah suatu sistem termodinamika yang sistemnya tidak mengalami panas, pertukaran materi, atau gerak dengan lingkungannya (Fatiatun et al., 2023). Contoh sistem terisolasi adalah tabung gas berinsulasi. Sistem ini tidak dapat sepenuhnya terisolasi dari sistem atau lingkungan lainnya. Hal ini karena beberapa pencampuran perlu dilakukan, meskipun sampai batas tertentu. Kebenaran hukum termodinamika bersifat umum dan tidak bergantung pada interaksi atau detail sistem atau penjelasan yang dipelajari.

2.4.4 Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)

Air minum didefinisikan sebagai air yang memenuhi ketentuan kesehatan dan layak untuk dikonsumsi langsung, baik yang telah mengalami pengolahan

maupun yang belum. Kebutuhan akan air bersih sangat erat kaitannya dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap masalah kesehatan. Meningkatnya kebutuhan air bersih setiap bulan menjadi buktinya. Sebanyak 588.052.665 m³ air bersih telah terdistribusi sepanjang tahun 2021. Berdasarkan laporan Statistik Air Bersih Jawa Timur Tahun 2021 yang dirilis pada Selasa, 31 Januari 2023 melalui situs resmi Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur (BPS Jatim), kelompok pengguna air bersih terbanyak adalah rumah tangga.

Tabel 2. 1 Penggunaan Air Bersih di Jawa Timur Periode 2021

No	Jenis Pengguna	Volume Air	Sumber Air	% Penggunaan Air Bersih
1	Rumah Tangga	453.810.234 m ³	Perusahaan Air Bersih di Jawa Timur	77,17%
2	Niaga dan Industri	78.633.479 m ³	Perusahaan Air Bersih di Jawa Timur	13,37%
3	Instansi Pemerintah	15.597.053 m ³	Perusahaan Air Bersih di Jawa Timur	2,65%

Jumlah air yang disalurkan kepada konsumen kategori ini pada tahun 2021 sebanyak 453.810.234 m³ atau 77,17% dari total jumlah air yang dibagikan ke konsumen penerima air bersih. Kemudian konsumen paling banyak kedua yang membutuhkan air bersih di Jawa Timur adalah kategori konsumen niaga dan industri yaitu sebesar 78.633.479 m³ atau 13,37%. Di Jawa Timur misalnya, pelanggan instansi pemerintah menggunakan air bersih paling sedikit pada tahun 2021 (15.597.053 m³ atau 2,65%). Penyediaan layanan kesehatan masyarakat yang penting meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan air bersih. Oleh karena

itu, perusahaan air minum, perusahaan daerah air minum, badan pengelola air minum, dan badan usaha swasta lainnya harus meningkatkan produksi air bersih. Pemerintah Jawa Timur berharap layanan bagi pengguna air bersih terus meningkat, terutama dalam hal tanggap darurat apabila terjadi gangguan penyediaan air bersih bagi pelanggan.

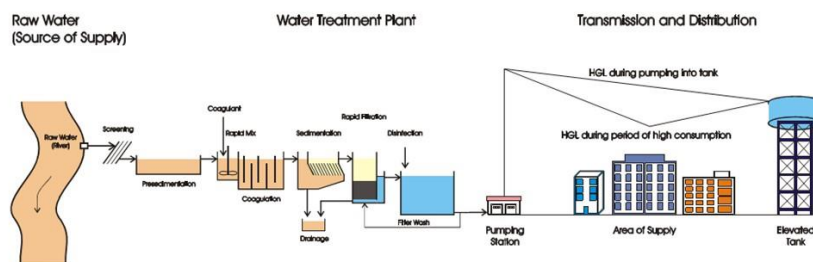
Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2019), SPAM merupakan sekumpulan fasilitas dan sarana yang terkait dengan penyediaan air minum. Bagi kota besar, SPAM yang mampu menghadirkan air minum yang cukup adalah hal yang sangat diperlukan. Komponen sistem penyediaan air kontemporer meliputi waduk sementara, sarana distribusi, sarana penyimpanan, sarana distribusi ke pengolahan, sarana distribusi dari pengolahan, dan sumber penyediaan. Dalam menciptakan penyediaan air bagi masyarakat, faktor yang paling krusial adalah jumlah dan kualitas air. Tujuan dari perencanaan dan pembangunan SPAM antara lain yaitu (Tamim & Tumpu, 2021):

1. Ketersediaan air yang cukup dengan kualifikasi yang mencukupi standar air minum.
2. Ketersediaan air yang konstan atau terus-menerus.
3. Ketersediaan air dengan biaya yang dapat dibayarkan oleh masyarakat atau pelanggan

Penyelenggaraan SPAM merupakan salah satu contoh penerapan sistem fisik, yaitu sistem yang tersusun dari beberapa sumber daya fisik.

a. Konsep Dasar SPAM

Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) secara skematis ditunjukkan pada Gambar 2.7 di bawah ini. Sistem ini terdiri dari berbagai sistem, subsistem, dan komponen atau elemen sistem, meliputi sumber air baku, sistem pengolahan air (IPA), sistem transmisi, dan sistem distribusi).



Gambar 2. 8 Skematik Sistem Penyediaan Air Minum (Nurbaiti *et al.*, 2022)

Sebagaimana yang tergambar pada Gambar 2.8 SPAM terdiri dari sistem distribusi, sistem pengolahan air, dan sumber air baku. SPAM terdiri atas unit proses dan operasi, seperti unit sedimentasi, unit koagulasi dan flokulasi, unit penyaringan, unit pra-sedimentasi, unit filtrasi, unit desinfeksi, unit reservoir air, dan sistem pendukung seperti sistem aditif pompa dan unit aditif kimia lain.

Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum menjelaskan bahwa SPAM terdiri atas dua jenis yang meliputi SPAM jaringan perpipaan dan SPAM bukan jaringan perpipaan. Adapun SPAM jaringan perpipaan terdiri atas:

- Unit air baku;
- Unit produksi;
- Unit distribusi; dan
- Unit pelayanan.

Sistem Transmisi dan Distribusi berupa unit stasiun pompa, sistem transmisi air minum, sistem jaringan pipa distribusi, retikulasi dan sambungan rumah, sistem reservoir menara, dan sebagainya. Dalam perencanaan teknis perlu disajikan skema sistem secara keseluruhan yang menggambarkan SPAM yang telah ada (*eksisting*) serta rencana pengembangannya yang akan dilakukan perencanaan teknisnya. Skema pengembangan SPAM demikian itu sangat diperlukan guna melihat perpaduan antara SPAM yang sudah ada dan rencana pengembangan selanjutnya sehingga secara keseluruhan akan merupakan satu kesatuan SPAM yang optimal. Perencanaan pengembangan SPAM harus disesuaikan dan dipadukan dengan SPAM yang sudah ada.

b. Sumber Air Baku

Sumber air baku meliputi mata air, sungai, rawa, danau, waduk, dan muara, di antara wadah air lain yang berada di atas dan di bawah permukaan tanah (Aprilina, 2021). Berikut ini adalah uraian sumber-sumber air yang dimaksud:

1. Air Laut

Air dari laut atau samudra disebut air laut. Air laut mempunyai kualitas asin karena terdapat kandungan garam NaCl. Air laut mengandung gas terlarut, senyawa organik, dan partikel tak terlarut, beserta garam NaCl 3%. Dalam keadaan seperti ini, air laut tidak mencukupi standar air minum.

2. Air Permukaan

Air permukaan mengacu pada presipitasi yang mengalir dari permukaan bumi. Secara umum, air permukaan ini bisa terkontaminasi saat mengalir, misalnya oleh tanah, batang pohon, daun, limbah industri dari kota, dan sebagainya. Beberapa

kontaminasi akan berbeda untuk setiap air permukaan bergantung pada wilayah tempat air permukaan mengalir. Kontaminasi mungkin berupa bakteri, kimia, atau fisik. Akhirnya, air permukaan akan melalui proses pembersihan diri setelah terkontaminasi. Proses penguraian pada air permukaan yang tercemar akan dibantu oleh udara yang mengandung oksigen atau gas O_2 karena oksigen dapat merasuk ke dalam air permukaan sepanjang perjalanan. Air permukaan dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

a. Air sungai

Meskipun air sungai biasanya mempunyai kadar pencemaran yang sangat tinggi, air tersebut harus diolah dengan sempurna sebelum dapat digunakan sebagai air minum. Akan tetapi, dari segi debit yang tersedia, air sungai biasanya cukup untuk memenuhi kebutuhan air baku bagi sistem pengolahan air minum.

b. Air rawa/danau

Hampir sebagian air rawa memiliki warna hitam atau coklat kekuningan, yang disebabkan oleh adanya bahan organik yang membusuk. Dekomposisi bahan organik dalam jumlah besar biasanya menghasilkan sejumlah besar zat besi dan mangan (Fe dan Mn), yang larut dalam lingkungan anaerobik dengan kelarutan O_2 yang sangat rendah. Sinar matahari dan oksigen akan menyebabkan pertumbuhan alga, atau lumut di permukaan air.

3 Air tanah

Air yang berada di zona jenuh air di bawah permukaan bumi dalam bentuk lapisan tanah atau batuan dikenal sebagai air tanah. Salah satu sumber daya air yang langka dan penipisannya dapat berdampak luas adalah air tanah, yang juga sulit dipulihkan.

Air hujan dan air permukaan menciptakan air tanah, yang awalnya meresap ke zona tak jenuh sebelum bergerak lebih dalam ke zona jenuh air. Air permukaan, jenis lapisan tanah yang menutupi permukaan, penggunaan lahan, dan orang-orang di permukaan merupakan faktor-faktor yang berinteraksi dengan air tanah.

4. Air tanah dangkal

Penyerapan air dari permukaan bumi adalah penyebab air tanah dangkal. Air akan bersih tetapi mengandung beragam bahan kimia karena air mengalir melalui lapisan tanah yang memuat kandungan unsur kimia tertentu pada tiap lapisan tanah dan berfungsi sebagai filter. Lumpur dan beberapa bakteri akan tertahan. Bahkan dengan penyaringan, pencemaran air tanah dangkal tetap ada, utama pada permukaan air dekat permukaan tanah. Menemukan tanah dengan lapisan air yang tebal merupakan langkah pertama dalam proses menemukan air tanah dangkal. Air tersebut kemudian akan terkumpul di air tanah dan digunakan untuk sumber air minum melewati sumur dangkal.

5. Air tanah dalam

Tidak seperti air tanah dangkal, air tanah dalam lebih sulit di keluarkan karena berada di lapisan air yang tebal. Pipa harus dimasukkan hingga kedalaman tertentu menggunakan bor untuk mengeluarkannya, sehingga menghasilkan satu lapisan air pada kedalaman tertentu. Sumur artesis yang juga dikenal sebagai sumur bor, adalah sumur yang dapat mengeluarkan air sendiri tanpa memerlukan peralatan apa pun jika tekanan air tanahnya tinggi. Pompa digunakan untuk membantu mengeluarkan air jika tidak dapat mengeluarkannya sendiri.

6. Mata air

Air tanah yang naik ke permukaan bumi dengan sendirinya tanpa menggunakan alat disebut mata air. Mata air tanah dalam memiliki kualitas yang sama dengan air tanah dan sebagian besar tidak terpengaruh oleh musim.

c. Sistem Distribusi SPAM

Tujuan utama sistem distribusi yang terhubung langsung dengan pelanggan adalah untuk menyediakan air yang memenuhi standar yang diperlukan bagi seluruh wilayah layanan. Sistem ini terdiri atas reservoir distribusi, hidran kebakaran, tekanan yang ada, sistem pemompaan (jika dibutuhkan), dan komponen sistem perpipaan serta peralatan terkait (Joko, 2010).

Pipa, katup, dan pompa membentuk sistem penyaluran air minum yang menyalurkan air murni dari instalasi pengolahan ke rumah, tempat kerja, dan perusahaan pengguna air. Sistem ini juga mencakup meteran air untuk mengukur konsumsi air, alat pemadam kebakaran, dan fasilitas penyimpanan air olahan (*reservoir distribusi*) yang digunakan saat permintaan air melebihi pasokan instalasi.

Dalam sistem distribusi, sangat penting untuk menjaga keamanan kualitas air dari instalasi pengolahan dan memastikan bahwa ada cukup air dan tekanan yang cukup (kontinuitas layanan). Sistem pompa atau distribusi gravitasi langsung adalah dua pilihan untuk sistem distribusi air masyarakat (Joko, 2010). Pipa distribusi, seperti berikut ini, digunakan untuk distribusi air:

1. Tidak diperbolehkan untuk menyadap pipa primer.
2. Pipa sekunder: penyadapan diperbolehkan di lokasi seperti pelabuhan, bandara, dan hidran kebakaran, antara lain.
3. Untuk pipa tersier, penyadapan diperbolehkan untuk memasok air ke masyarakat melalui pipa seperempat.

2.5 Kolaborasi

Kolaborasi didefinisikan sebagai jenis hubungan antar individu, atau anggota tim atau organisasi, bekerja sama guna menggapai cita-cita, kegiatan, atau produksi bersama (Keyton, 2020). Semua sektor industri memiliki kelompok nirlaba, kelompok pemerintah, dan kelompok nonpemerintah yang bekerja sama. Untuk mencapai tujuan tertentu, termasuk menyelesaikan perselisihan, menyelesaikan masalah, atau merancang atau menghasilkan sesuatu yang baru, orang dan organisasi menggunakan kolaborasi dengan kapasitas komunikasi.

Untuk merencanakan, melaksanakan, dan menilai program kegiatan guna mencapai tujuan bersama, entitas harus bertukar informasi, sumber daya, dan tugas dikenal sebagai kolaborasi (Putnik & Cunha, 2010). Terdapat beberapa persyaratan untuk melakukan kolaborasi Putnik & Cunha (2010), diantaranya adalah:

1. Kolaborasi harus mempunyai tujuan, biasanya diterjemahkan menjadi tujuan atau masalah bersama yang ingin diselesaikan.
2. Prasyarat dasar kolaborasi yaitu: (i) Para pihak saling sepakat untuk berkolaborasi, yang berarti menerima untuk bekerjasama; (ii) Para pihak menjaga model kemampuan masing-masing; (iii) Para pihak berbagi tujuan dan menjaga kesamaan visi selama kolaborasi proses menuju pencapaian tujuan

bersama; (iv) Para pihak mempertahankan pemahaman bersama mengenai masalah yang dihadapi, yang berarti mendiskusikan keadaan kemajuan mereka (menyatakan kesadaran satu sama lain). Berbagi melibatkan tanggung jawab bersama baik untuk partisipasi maupun pengambilan keputusan, sumber daya bersama, dan akuntabilitas bersama atas hasil, keduanya dalam hal imbalan dan kewajiban, serta rasa saling percaya.

3. Pada proses kolaborasi, diperlukan beberapa langkah dalam melaksanakannya, meliputi: (i) Mengidentifikasi pihak-pihak dan menyatukan antarpihak; (ii) segi kepemimpinan, peran, tanggung jawab, kepemilikan, sarana dan proses komunikasi, pengambilan keputusan, akses terhadap sumber daya, penjadwalan, dan pencapaian; (iii) Menyusun mekanisme dan proses penyelesaian konflik; (iv) Mengidentifikasi risiko dan merencanakan tindakan darurat; dan (v) Menetapkan komitmen untuk berkolaborasi.

Berdasarkan segi filosofi, kolaborasi adalah proses berbagi atau bekerja sama, baik antar individu maupun organisasi. Kolaborasi melibatkan pertukaran ide, opini, uang, dan sumber daya lainnya, yang semuanya dapat menguntungkan semua pihak yang terlibat. (Choirul, 2020). Menurut Callahan (2012), ada tiga bentuk kolaborasi yang paling umum sebagai berikut (Choirul, 2020):

1. Kolaborasi Tim (*team collaboration*)

Kepemimpinan yang eksplisit dengan ciri-ciri pemimpin yang kolaboratif merupakan komponen kepemimpinan yang tangguh. Harapan bersama telah ditetapkan dan tugas-tugas yang saling terkait dibagi dengan jelas dalam kerja sama tim.

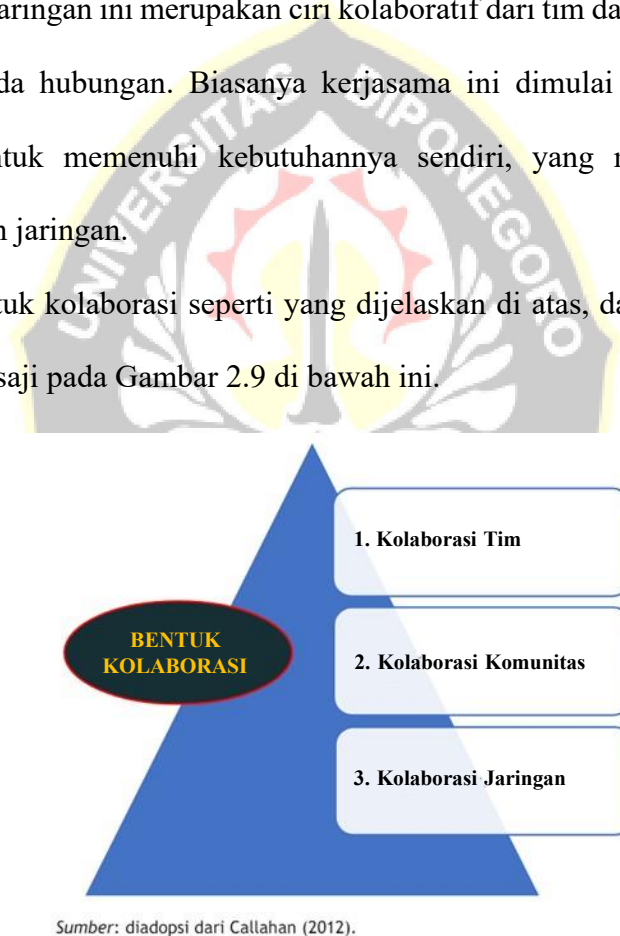
2. Kolaborasi komunitas (*community collaboration*)

Pedoman untuk menetapkan kewenangan (domain), area kerja, dan peran yang berbeda sangat penting untuk pengembangan kolaborasi komunitas.

3. Kolaborasi jaringan (*network collaboration*)

Kerjasama jaringan ini merupakan ciri kolaboratif dari tim dan komunitas yang berbasis pada hubungan. Biasanya kerjasama ini dimulai dengan tindakan individu untuk memenuhi kebutuhannya sendiri, yang menyebar hingga menciptakan jaringan.

Bentuk-bentuk kolaborasi seperti yang dijelaskan di atas, dapat digambarkan sebagaimana tersaji pada Gambar 2.9 di bawah ini.



Gambar 2. 9 Bentuk- Bentuk Kolaborasi

2.6 Perjanjian

Perjanjian mencerminkan kerja sama dimana pihak-pihak yang bertransaksi mengakui bahwa semua pihak berpotensi mendapatkan manfaat (Wang, 2019). Terdapat berbagai jenis perjanjian di antaranya adalah: memorandum kesepahaman (MOU), nota kesepahaman perjanjian, surat niat, pokok perjanjian, perjanjian

kerjasama, perjanjian kemitraan, perjanjian usaha patungan, pesanan pembelian, aliansi strategis, dan lain-lain. Dalam konteks ini, membahas mengenai perjanjian Kerjasama yang diuraikan pada sub-bab di bawah ini.

2.6.1 Perjanjian Kerjasama Pemerintah – Badan Usaha

Untuk mendukung pelaksanaan pembangunan nasional, meningkatkan taraf hidup orang banyak, meningkatkan kemampuan bersaing Indonesia di kancah internasional, dan mendorong perekonomian nasional, diperlukan infrastruktur yang memadai dan berkelanjutan. Pemerintah juga harus merancang tahapan komprehensif untuk mendorong iklim investasi dan mendorong organisasi korporasi untuk berpartisipasi dalam pengadaan infrastruktur dan pelayanan sesuai prinsip bisnis yang sehat guna mempercepat pembangunan infrastruktur. Regulasi diperlukan untuk melindungi dan menegakkan kebutuhan konsumen, masyarakat, dan badan usaha secara adil guna memajukan dan meningkatkan kolaborasi antara pemerintah dan organisasi sektor swasta dalam penyediaan layanan sosial dan infrastruktur. Hal ini berujung pada terciptanya kerangka legislatif untuk kerja sama pemerintah dengan badan usaha dalam konteks pengadaan infrastruktur di berbagai industri.

SEKOLAH PASCASARJANA

Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha, yang disingkat KPBU, adalah kerja sama dalam pengadaan infrastruktur guna kemaslahatan bersama berdasarkan rencana yang telah diputuskan sebelumnya oleh Menteri, Kepala Lembaga, Kepala Daerah, BUMN, atau BUMD, yang sebagian atau seluruhnya memanfaatkan sumber daya Badan Usaha dengan mempertimbangkan alokasi risiko para pihak (PKS KPBU, 2015). Sebagai penyedia atau penyelenggara infrastruktur sesuai

dengan peraturan undang-undang, Menteri, Kepala Lembaga, Kepala Daerah, BUMN, atau BUMD bertanggung jawab terhadap proyek Kerjasama yang selanjutnya disebut PJPk.

Pelaksanaan KPBU berdasarkan Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha dalam Penyediaan Infrastruktur 2015 memiliki tujuan dan prinsip sebagai berikut:

1. Memenuhi kebutuhan pendanaan infrastruktur secara berkesinambungan dengan memobilisasi dana swasta;
2. Terwujudnya pengadaan infrastruktur yang bermutu, efektif, efisien, tepat sasaran, dan tepat waktu;
3. Terciptanya iklim investasi yang memotivasi partisipan atau pelaku usaha dalam pengadaan infrastruktur yang dilandasi prinsip bisnis yang kuat;
4. Mendorong penggunaan prinsip bahwa konsumen melakukan pembayaran untuk layanan yang mereka terima, atau dalam beberapa kasus, memperhatikan kemampuan keuangan konsumen; dan/atau
5. Menyediakan organisasi komersial dengan metode pembayaran rutin yang ditawarkan pemerintah untuk memastikan bahwa investasi infrastruktur mereka menghasilkan laba atas investasi.

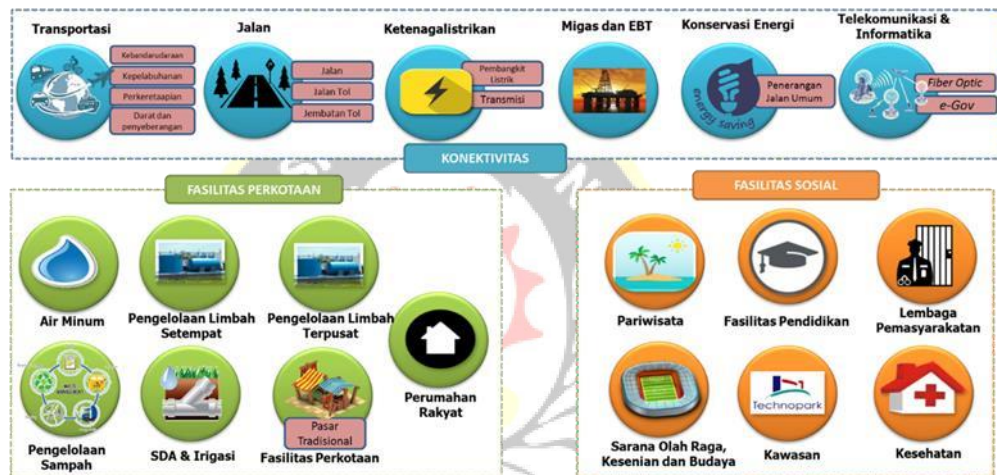
Prinsip KPBU menurut Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2015 tentang Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha dalam Penyediaan Infrastruktur, meliputi:

1. Kemitraan atau kerja sama antara pemerintah dengan badan usaha dilaksanakan sesuai standar, ketentuan, dan spesifikasi hukum yang memperhatikan kepentingan kedua belah pihak;
2. Manfaat, yaitu sarana dan prasarana yang disediakan pemerintah dan badan usaha kepada masyarakat untuk kepentingan sosial dan ekonomi;
3. Kompetitif, yaitu pemilihan mitra kerja sama badan usaha dilakukan secara adil, transparan, dan terbuka dengan memperhatikan kaidah persaingan usaha yang sehat;
4. Manajemen risiko, yang meliputi penilaian risiko, pengembangan strategi manajemen, dan mitigasi risiko;
5. Efektivitas, yang berkaitan dengan kapasitas kolaborasi pengadaan infrastruktur untuk mempersingkat pembangunan sekaligus meningkatkan kualitas layanan pemeliharaan dan manajemen; dan
6. Efisiensi, yang mengacu pada kemampuan kerja sama penyediaan infrastruktur untuk memenuhi persyaratan pendanaan jangka panjang dalam penyediaan infrastruktur melalui dukungan pendanaan swasta.

2.6.2 Jenis Infrastruktur dan Tahapan Pelaksanaan KPBU

Prasarana yang menjadi objek kerja sama dalam Peraturan Presiden ini adalah prasarana sosial dan prasarana ekonomi. Prasarana transportasi, jalan, sumber daya air dan irigasi, air minum, sistem pengelolaan air limbah terpusat, sistem pengelolaan air limbah lokal, sistem pengelolaan sampah, telekomunikasi dan informatika, ketenagalistrikan, minyak dan gas, serta energi terbarukan, konservasi energi, fasilitas perkotaan, fasilitas pendidikan, fasilitas dan prasarana

olahraga, serta fasilitas prasarana seni, kawasan, pariwisata, kesehatan, lembaga pemasyarakatan, dan perumahan rakyat merupakan contoh jenis prasarana ekonomi dan sosial. Untuk lebih jelasnya jenis infrastruktur tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.10 berikut:



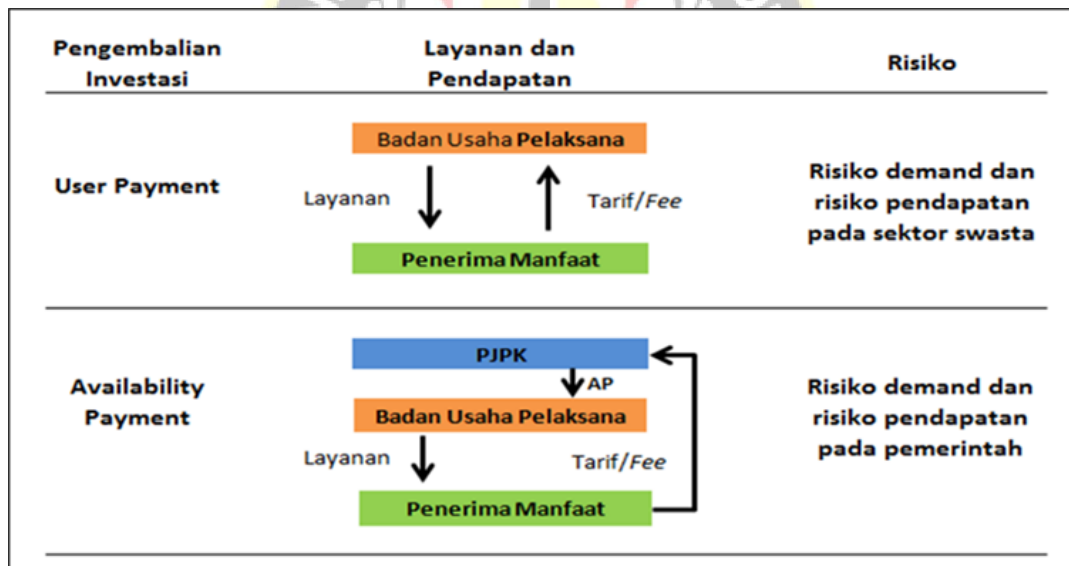
Gambar 2. 10 Jenis Infrastruktur oleh KPBU

Secara umum untuk tahap pelaksanaan KPBU terdapat 3 (tiga) tahap yakni perencanaan, penyiapan dan transaksi proyek Kerjasama seperti Gambar 2.11 di bawah ini:



Gambar 2. 11 Tahapan Pelaksanaan KPBU

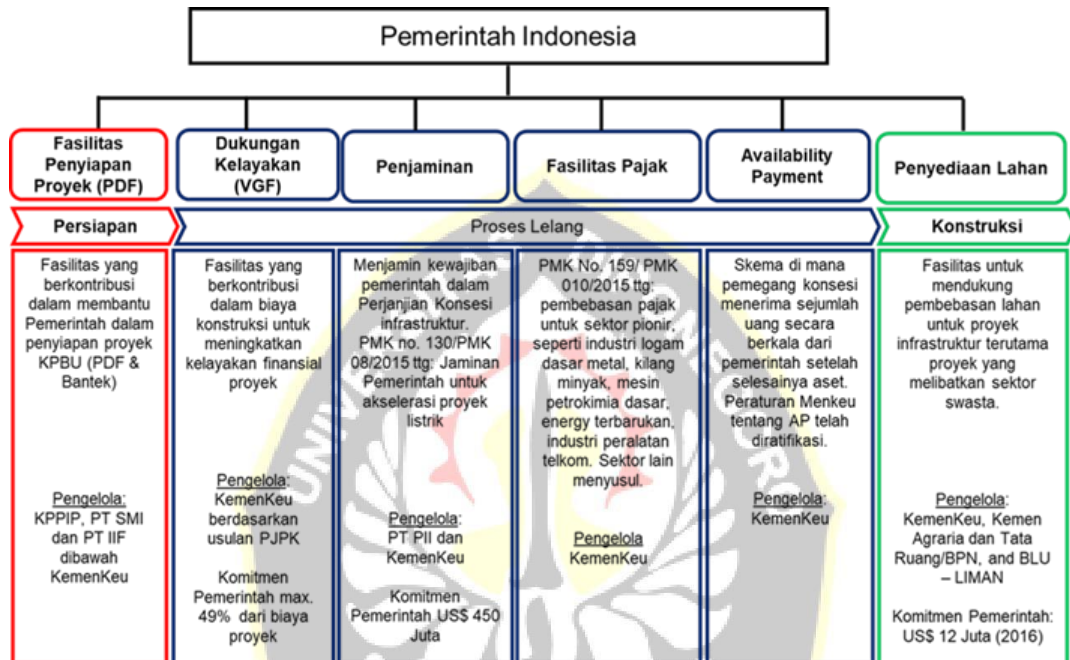
Strategi pengembalian investasi bagi badan usaha merupakan bagian dari perjanjian kemitraan. Jenis pengembalian investasi dalam hal ini ditentukan oleh PJPk, yang juga mencakup laba Badan Usaha Pelaksana serta biaya modal dan biaya operasionalnya. Apabila tidak melanggar ketentuan atau peraturan perundang-undangan, pembayaran konsumen berbentuk tarif, biaya kesediaan pelayanan dan/atau bentuk lainnya memberikan pengembalian investasi kepada Badan Usaha Pelaksana atas penyedia infrastruktur. Adapun skema pengembalian investasi dapat dilihat pada Gambar 2.12 berikut:



Gambar 2. 12 Skema Pengembalian Biaya Investasi KPBU

Selain itu, terdapat pula penjaminan pemerintah sebagai tambahan atas hal tersebut. Berdasarkan peraturan perundang-undangan, menteri yang melaksanakan kegiatan pemerintahan di bidang keuangan dan kekayaan negara berwenang memutuskan izin pemberian bantuan pemerintah berupa keringanan pajak dan/atau dukungan kelayakan berdasarkan permintaan PJPk. Menteri yang mengadakan kegiatan pemerintahan di bidang keuangan dan kekayaan negara mengatur lebih

lanjut mengenai format dan tata cara pemberian bantuan kelayakan. Adapun alurnya seperti pada Gambar 2.13 di bawah ini:



Gambar 2. 13 Fasilitas dan Dukungan Pemerintah untuk Skema KPBU

2.7 Stakeholder

Manajemen *stakeholder* bertujuan untuk mengembangkan strategi dalam mengelola berbagai kelompok dan hubungan yang terbentuk darinya. Pendekatan *stakeholder* pertama kali muncul pada pertengahan tahun 1980-an, didorong oleh kebutuhan untuk membuat kerangka kerja yang tanggap terhadap problematika yang dialami para manajer saat itu, khususnya perubahan lingkungan. (Rokhlinasari, 2018).

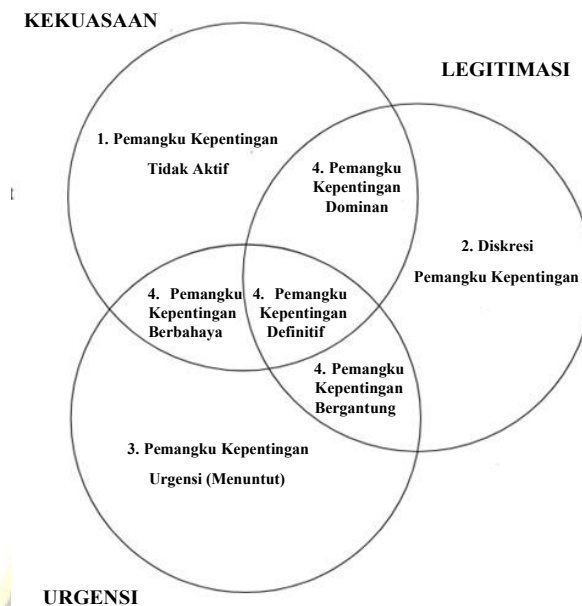
Stakeholder adalah suatu masyarakat, sekumpulan, golongan ataupun individu manusia yang mempunyai keterkaitan dan kepentingan dalam sebuah organisasi (Syaputra, 2022). Sebagai sebuah teori organisasi, teori pemangku kepentingan atau *stakeholder* membantu mengembangkan model relasional

organisasi dengan meninjau kembali pertanyaan tentang “siapa” yang sebenarnya bekerja dengan (dan di dalam) perusahaan. Teori pemangku kepentingan adalah bagian dari proyek komprehensif yang memandang hubungan organisasi-kelompok sebagai fondasi dan norma (Pesqueux & Damak-Ayadi, 2005).

Hierarki dan tipologi mengenai klasifikasi pemangku kepentingan yang efektif menurut Mitchell *et al*, (1997), didasarkan pada tiga pertanyaan yaitu:

1. Kekuasaan nyata atau potensial apa yang dimiliki para pemangku kepentingan dalam masyarakat memungkinkan mereka untuk memaksakan kehendak mereka pada perusahaan?
2. Legitimasi macam apa yang mereka miliki?
3. Seberapa mendesaklah sebuah organisasi harus merespons hal ini tuntutan mereka?

Tingkat partisipasi berbagai aktor bergantung pada jumlah kualitas yang dimiliki. Pemangku kepentingan yang memiliki dua atribut – urgensi dan legitimasi – dianggap sebagai pemangku kepentingan yang bergantung. Berbeda dengan pemangku kepentingan yang mempunyai kekuasaan dan urgensi bisa berbahaya. Pemangku kepentingan dengan kekuasaan dan legitimasi disebut dominan. Yang hanya memiliki satu atribut disebut tidak aktif (kekuasaan), diskresi (legitimasi), atau menuntut (urgensi). Keterhubungan ketiganya dapat dilihat pada Gambar 2.14 berikut:



Gambar 2. 14 Tipologi Pemangku Kepentingan (Boucher dan Rendtorff, 2016)

Selain hanya berfokus pada keberhasilan finansial atau ekonomi, teori *stakeholder* menempatkan penekanan kuat pada akuntabilitas organisasi. Teori ini menyatakan bahwa untuk memenuhi harapan pemangku kepentingan yang nyata atau yang dipersepsikan, perusahaan akan secara sukarela memutuskan untuk menyampaikan berita terkait kinerja intelektual, sosial, dan lingkungan di atas apa yang diwajibkan oleh hukum. Teori *stakeholder* bertujuan untuk membantu manajer bisnis dalam memahami lingkungan pemangku kepentingan mereka dengan lebih baik dan mengelola dua belas interaksi yang ada di dalam organisasi. Membantu manajer perusahaan memaksimalkan nilai dan dampak operasi bisnis mereka sambil mengurangi kerugian bagi pemangku kepentingan adalah tujuan lain dari teori pemangku kepentingan. Perusahaan harus mampu menerima kepentingan pemangku kepentingannya untuk menjaga keberlanjutan bisnis mereka (Deegan, 2004).

2.8 Permodelan Lingkungan dan *System Dynamics*

2.8.1 Permodelan Lingkungan

Permodelan berasal dari kata dasar model, yang berarti perwakilan dari sebuah sistem yang sedang dipahami dapat berupa objek, peristiwa, proses atau suatu sistem (Hidayatno, 2022). Kemampuan model untuk menjelaskan merupakan salah satu kelebihanannya. Dampak perubahan sistem yang memengaruhi elemen atau semua aspek lain dapat dipastikan lebih mudah dengan penggunaan model.

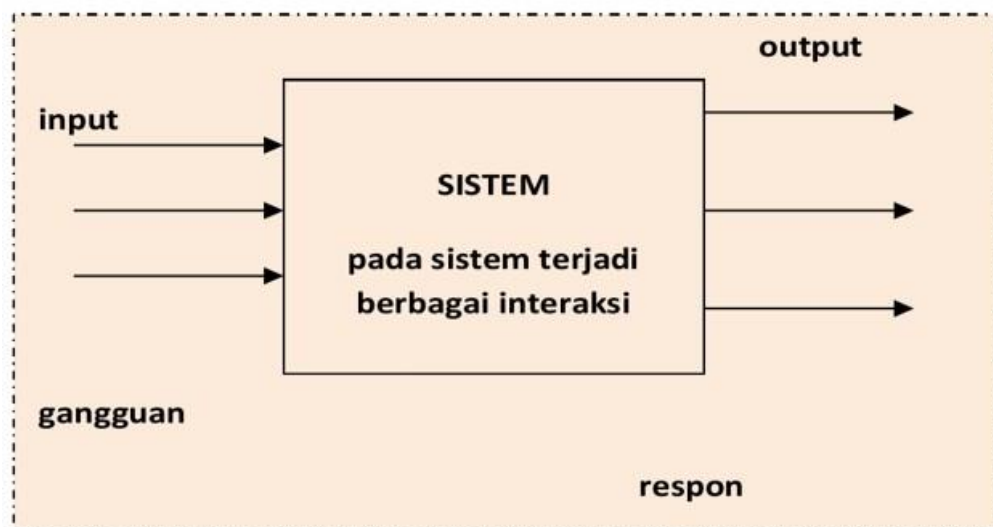
Penggambaran akurat sistem lingkungan menggunakan gambar, rumus matematika, atau format lain dikenal sebagai permodelan lingkungan. Untuk membantu akademisi dan praktisi lapangan, permodelan matematika dibuat untuk aplikasi lingkungan yang mudah dipahami dan dipecahkan secara analitis atau menggunakan perangkat lunak komputer (Purwanto dan Pujiwinarko, 2021). Jenis-jenis model diantaranya adalah model gambar, model *procedural*, model kehandalan, model matematik, model empiri dan model semi empirik.

Dalam permodelan, sistem adalah suatu keseluruhan yang diperiksa dan dibatasi oleh lingkungan tempat terjadinya interaksi antara bagian-bagian penyusunnya. Keseluruhan sistem dan interaksinya merupakan penekanan utama dari pendekatan sistem. Oleh karena itu, tampaknya masuk akal jika pendekatan sistem bersifat menyeluruh, holistik, dan interdisipliner (Siregar *et al.*, 2019). Dyer (1993) mengungkapkan yakni ada dua tema pokok dari pendekatan sistem: (1) mengelola sesuatu sekarang (*managing the present*) dan (2) merancang hal yang diharapkan di masa depan (*redesigning the future*) (Wirabhuana, 2009).

Prinsip pada permodelan *system* terdiri atas:

1. **Elaborasi:** Proses pengembangan model dilaksanakan dengan cara bertahap, dimulai dengan model dasar dan diakhiri dengan model yang lebih representatif.
2. **Sinektik:** teknik yang dirancang untuk menumbuhkan kesadaran akan masalah analogis.
3. **Iteratif:** Proses pengembangan model tidak mekanis dan berurutan. Akibatnya, sangat memungkinkan untuk melakukan pengulangan dan evaluasi selama tahap pengembangan..

Pada suatu sistem terjadi interaksi dengan lingkungannya yang dipaparkan pada Gambar 2.15 berikut:



Gambar 2. 15 Interaksi Sistem dengan Lingkungan (Purwanto dan Pujiwinarko, 2021)

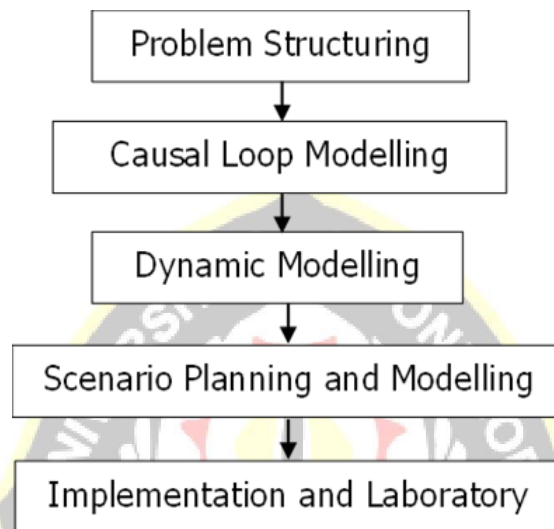
2.8.2 *System Dynamics*

Pada tahun 1960-an, Jay W. Forrester dari Massachusetts Institute of Technology merancang bidang *system dynamics*. Pada mulanya didasarkan pada

ilmu teknik dan manajemen, namun bidang ini sedikit demi sedikit berkembang menjadi alat untuk menganalisis sistem ekologi, biologi, sosial, ekonomi, fisika, dan kimia. *System dynamics* adalah seperangkat unsur yang bekerja sama untuk menciptakan keseluruhan yang kohesif dari waktu ke waktu. (Martin, 1997). Menurut Muhammadi *et al.* (2001), Interaksi total antara komponen-komponen suatu objek di dalam batas lingkungan tertentu yang berfungsi untuk menggapai suatu tujuan disebut sistem. Atribut sistem tersebut terdiri atas:

- a. Sejumlah subsistem membentuk sistem, yang pada akhirnya akan menjadi subsistem dari sistem yang lebih besar.
- b. Fitur-fitur sistem bersifat luas dan hanya terwujud ketika sistem beroperasi. Subsistem-subsistem yang membentuk sistem tidak memiliki propertinya sendiri.
- c. Setiap komponen berinteraksi dengan dan memengaruhi sistem yang diciptakannya.
- d. Korelasi sistem menyebabkan kompleksitas yang meliputi:
 1. *Detail complexity* yaitu banyaknya jumlah susbsistem yang membangun sistem.
 2. *Dynamic complexity* yaitu banyaknya total korelasi antar subsistem yang membangun sistem.
- e. Fitur umpan balik memungkinkan sistem untuk menahan modifikasi pada subsistem.
- f. *Leverage* adalah fitur sistem yang memungkinkan perubahan signifikan dilakukan hanya dengan penyesuaian kecil.

Pada Gambar 2.16 di bawah ini menjelaskan tentang alur yang digunakan pada *system dynamics*:



Gambar 2. 16 Metode *System Dynamics* (Kesuma *et al.*, 2021)

Permodelan *System Dynamics* (SD) adalah metode yang memfasilitasi pengenalan beberapa interaksi komponen yang berbeda tetapi saling berhubungan antara sub-sistem yang menggerakkan perilaku dinamis dari sistem secara keseluruhan (Sterman, 2002). Gabungan dari *System Dynamics* dapat mempercepat proses pengambilan keputusan oleh manajemen dan mengurangi kemungkinan efek samping yang merugikan dan konsekuensi yang tidak diinginkan dari kebijakan tersebut (Sterman, 2002; Simonovic & Rajasekaram, 2004). Proses identifikasi dan adanya loop umpan balik dalam sistem sumber daya air akan memberikan informasi tentang konsekuensi berharga terhadap gangguan sistem, sehingga hal tersebut akan berfungsi sebagai platform yang sesuai dan strategis untuk perencanaan dan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. (Simonović, 2012; Mirchi & Watkins, 2013; Mirchi *et al.*, 2012).

Permodelan SD telah banyak diterapkan sebagai alat pendukung pengambilan keputusan pengelolaan dan perencanaan sumber daya air (Liu *et al.*, 2009; Davies & Simonovic, 2011; Gastelum *et al.*, 2018); Karimlou *et al.*, 2020; Gastelum *et al.*, 2010). *System Dynamics* paradigma dapat menggabungkan dan menganalisis hidrologi, sosial, ekonomi dan komponen lingkungan serta langkah-langkah pengelolaan di bawah skenario iklim dan non-iklim dalam satu model komprehensif untuk memahami perilaku dinamis dari sistem yang kompleks dan responsnya untuk intervensi dari waktu ke waktu (Sahin *et al.*, 2015)(Phan *et al.*, 2018). SD model membantu pembuat keputusan dalam mensimulasikan dan/atau mengoptimalkan potensi langkah-langkah pengelolaan sumber daya air dalam skenario yang berbeda untuk menjawab pertanyaan 'bagaimana jika' dan/atau 'mana yang terbaik' (Davies & Simonovic, 2011) melalui analisis *trade-off* (Giuliani *et al.*, 2014). Selain itu, pemodelan SD memfasilitasi keterlibatan pemangku kepentingan dari pelingkupan masalah ke proses validasi model, sehingga menguatkan kesepakatan untuk hasil simulasi yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi opsi efektif yang adaptif untuk sistem yang dimodelkan pada skenario masa depan. Oleh karena itu, SD dapat membantu pengelola air untuk mengidentifikasi tren bermasalah, memahami akar penyebab permasalahan dan menilai manajemen yang tepat programnya secara holistik untuk pengambilan keputusan strategis (Simonović, 2012; Simonovic & Li, 2004; Simonovic & Rajasekaram, 2004) (Kinerja BUMD Air Minum 2021 (Executive Summary), 2021)(Mirchi *et al.*, 2012).

2.8.3 *System Thinking*

Systems Thinking adalah salah satu metode untuk mendekati suatu isu sebagai suatu sistem dengan menganggapnya sebagai suatu keseluruhan (keutuhan) dan mempertimbangkan hubungan antara komponen-komponennya (keterhubungan). Bidang yang sedang berkembang untuk memahami perubahan dan kompleksitas (Cavana & Maani, 2000). Menurut Hallsworth (2023), membuat keputusan yang lebih baik dan mencegah dampak yang tidak diharapkan dapat dicapai dengan memahami interaksi dinamis antara objek.

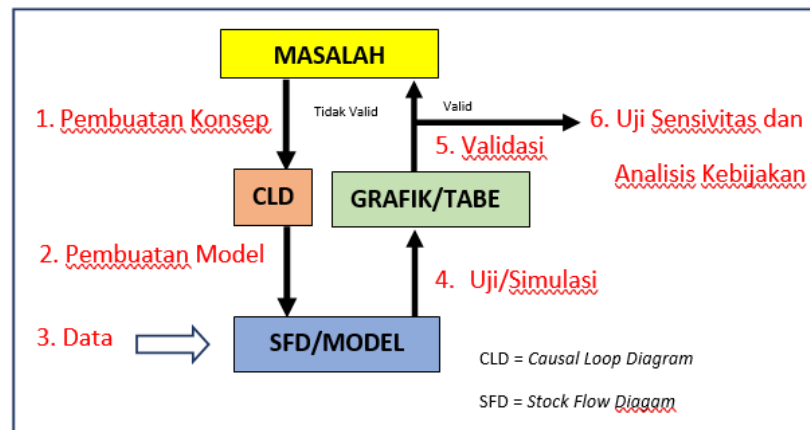
Studi ilmiah tentang kompleksitas dinamis dalam manajemen dikenal sebagai pemikiran sistem (Arnold & Wade, 2015). Untuk mulai berpikir secara sistematis (pemikiran sistem), seseorang harus terlebih dahulu mengenali dan mempertimbangkan suatu peristiwa sebagai suatu sistem (pendekatan sistem).

Prinsip *Systems Thinking* adalah sebagai berikut:

1. *Systems Thinking* menggunakan semua gagasan tentang sistem dan dinamika sistem.
2. Menggambar garis besar
3. Penekanan dinamis pada interaksi dan perubahan sistem, atau kompleksitas dinamis.
4. Menerapkan perangkat lunak atau perangkat keras.
5. *Systems Thinking* lebih baik daripada berpikir linier, yang tidak memiliki umpan balik.

Dalam *system dynamics* terdapat tahap-tahap siklus permodelan yaitu konseptualisasi, permodelan, input data, simulasi/testing, validasi, dan uji

sensitivitas serta analisis kebijakan. Tahapan ini dapat digambarkan dalam bentuk diagram seperti Gambar 2.17 berikut:



Gambar 2.17 Siklus Permodelan (Muhammadi *et al.*, 2001)

Tahap pertama dalam siklus pemodelan adalah memetakan faktor-faktor yang dianggap memiliki pengaruh langsung atau tidak langsung dan yang dapat berfungsi sebagai pola referensi untuk menjelaskan perilaku masalah. Kami menyebut tahap ini sebagai konsepsi. *Causal loop diagram* (CLD) adalah model konseptual yang dibuat dengan memetakan semua variabel dalam hal interaksinya, termasuk hubungan searah dan yang membentuk *feedback loop*.

Suatu sistem membutuhkan alat bantu (*tools*) untuk mencapai tujuan yang diharapkan. Seiring dengan perkembangan teknologi komputer, maka *software* untuk pemodelan sebagai alat bantu suatu sistem juga berkembang sangat pesat. Saat ini ada beberapa *software* yang sering digunakan untuk membuat simulasi model *System Dynamics*, yaitu *Powersim*, *Vensim*, *Dynamo*, *Stella*, *i-think*. *Software-software* tersebut masing-masing mempunyai versi yang beragam sesuai kegunaan dan perkembangannya (Muhammadi *et al.*, 2001). Salah satu *software* yang umum digunakan baik di dunia industri, bisnis, dan akademik adalah

Powersim. Powersim software menyediakan rangkaian alat bisnis yang dirancang untuk memprediksi dan menganalisis masalah dinamis yang kompleks. Powersim Studio adalah software terintegrasi untuk membangun dan menjalankan model simulasi bisnis secara mudah pada Microsoft Windows Platform. Powersim Software dapat memenuhi semua kebutuhan pemodel saat membuat simulasi, menjalankan skenario dan analisis secara mendalam serta dapat meminimalkan kondisi ketidakpastian dimasa yang akan datang (Forester, 1961).



SEKOLAH PASCASARJANA