



PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN PENYEDIAAN INFRASTRUKTUR PADA KAWASAN PERMUKIMAN SECARA BERKELANJUTAN



DR. IR. IBNU SASONGKO, MT

PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN : PENYEDIAAN INFRASTRUKTUR PADA KAWASAN PERMUKIMAN SECARA BERKELANJUTAN

DR. IR. IBNU SASONGKO, MT



 **MK Press**

Gedung Papaya Lt. 2.
Jl. Margorejo Indah 60 - 68, Surabaya - Indonesia
Email : admin@muarakaryapress.com
Website : www.muarakaryapress.com

ISBN 978-623-7669-34-0



9 786237 669340

Pengembangan Berkelanjutan

Penyediaan Infrastruktur Pada Kawasan Pemukiman Secara Berkelanjutan

Dr. Ir. Ibnu Sasongko, M.T.



Penerbit:
PT. Muara Karya (Anggota IKAPI)
Surabaya, 2023

Judul:

***Pengembangan Berkelanjutan
Penyediaan Infrastruktur Pada Kawasan Pemukiman
Secara Berkelanjutan***

Hak Cipta © pada Penulis

Penulis : Dr. Ir. Ibnu Sasongko, M.T.
ISBN : 978-623-7669-34-0

Diterbitkan oleh:



PT. Muara Karya (IKAPI)

Gedung Papaya Lt. 2.

Jl. Margorejo Indah 60 - 68,

Surabaya 12620 – Indonesia

Email : admin@muarakaryapress.com

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanis, termasuk memfotocopy, merekam atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penulis.

KATA PENGANTAR

Pembangunan berkelanjutan menjadi sebuah keniscayaan yang harus dilakukan dan menjadi sentral pembahasan dalam perencanaan dan pelaksanaan pembangunan. Pada dasarnya terdapat tiga pilar keberlanjutan, yakni keberlanjutan secara fisik, sosial dan ekonomi sebagai satu kesatuan. Dalam konteks perkotaan pembangunan berkelanjutan ini menyangkut dimensi yang sama, sebagai sebuah entitas maka Perkotaan juga harus direncanakan dan dikembangkan atas prinsip keberlanjutan. Ditinjau dari luas area dan dominasi penggunaan lahan perkotaan, ternyata permukiman merupakan guna lahan yang dominan, sehingga pembahasan tentang keberlanjutan perkotaan juga sangat berkaitan dengan keberlanjutan permukiman.

Munculnya suatu permukiman pada dasarnya terdiri dari beberapa perumahan yang tersusun dari kelompok-kelompok perumahan, dan fungsinya sebagai tempat tinggal atau bermain bersama keluarga. Oleh karena itu, permukiman dapat dipahami sebagai kelompok perumahan di perkotaan dan pedesaan dengan prasarana, sarana, utilitas, dan penunjang aktivitas kehidupan manusia. Perbedaan permukiman perkotaan dan pedesaan terletak pada kegiatan fungsional utamanya, yaitu pedesaan didominasi oleh kegiatan pertanian sedangkan perkotaan tidak. Kegiatan utama permukiman perkotaan adalah pusat dan layanan sosial dan ekonomi.

Permukiman bukan hanya berbicara tentang rumah dan tempat tinggal saja, tetapi lebih lanjut terkait dengan kondisi permukiman, infrastruktur dan penghuninya. Munculnya masalah permukiman pada awalnya adalah meningkatnya permintaan lahan. Pertambahan penduduk yang selalu dibarengi dengan peningkatan kebutuhan akan rumah, yang pada kenyataannya, jumlah unit hunian tidak pernah sejalan dengan pertumbuhan penduduk yang lebih tinggi, sehingga muncul kesenjangan yang sangat besar antara permintaan perumahan dan penawaran perumahan yang tersedia untuk ditempati. Hal ini disebabkan dampak arus urbanisasi. Masalah utama dalam menyediakan perumahan yang layak bagi penduduk perkotaan adalah terbatasnya lahan yang tersedia untuk perumahan. Alhasil, sebidang

tanah yang tersisa menjadi fokus pertikaian banyak orang. Kecenderungan daerah perkotaan untuk bersaing memperebutkan tanah akan mendorong naiknya harga tanah. Terutama di kota-kota besar.

Langkanya lahan untuk memenuhi kebutuhan rumah-rumah dan berbagai fasilitas, sehingga membangun rumah yang semakin hari jumlah penduduk semakin bertambah sehingga harga tanah makin tidak terjangkau. Bila hal ini berlanjut dalam jangka Panjang maka akan semakin banyak masyarakat yang kurang mampu akan lebih sulit lagi mendapatkan perumahan, sehingga mereka rela tinggal di tempat yang sangat padat, terkadang tidak jelas pemilikan tanahnya sampai munculnya kawasan kumuh dengan karakteristik rumah yang tidak layak huni.

Pemanfaatan Infrastruktur permukiman oleh masyarakat dalam melakukan aktivitasnya, yang perlu diperhatikan ketersediaannya harus sesuai dengan standar teknis dalam penyediaannya, dengan menggunakan konsep-konsep pendekatan alam atau biasanya disebut dengan ramah lingkungan, jika tidak tidak memenuhi hal tersebut, akan mengundang masalah-masalah terkait infrastruktur, biasanya permasalahan infrastruktur dapat mempengaruhi permukiman yang biasanya disebut dengan permukiman kumuh. Dimana salah satu karakter kekumuhan disebabkan oleh prasarannya. Sarana dan prasarana (jaringan) merupakan komponen yang tidak dapat dipisahkan yang membentuk suatu infrastruktur sistem. Akibatnya, sistem infrastruktur menjadi kebutuhan dasar yang selalu terhubung dengan kehidupan masyarakat dalam sistem sosial dan ekonomi untuk memenuhi kebutuhan fisik.

Penggunaan infrastruktur permukiman yang disediakan dalam pembangunannya harus memenuhi standar teknis agar tidak menimbulkan masalah. Infrastruktur permukiman yang baik adalah infrastruktur masa depan yang layak, sehat, dan berkelanjutan. Hal ini dapat mempercepat pembangunan yang mendukung pembangunan ekonomi dan kesejahteraan rakyat, serta meningkatkan daya saing bangsa Indonesia dalam persaingan global. Infrastruktur berkelanjutan adalah pembangunan yang tidak hanya berfokus pada satu sudut pandang, tetapi semua aspek dari hulu ke hilir yang dipengaruhi oleh pembangunan infrastruktur. Oleh karena itu, infrastruktur yang akan dibangun harus memperhatikan aspek keberlanjutannya (ekonomi, sosial, budaya dan lingkungan masyarakat sekitar). Konsep tersebut juga terkait dengan sistem infrastruktur yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat. Adapun elemen infrastruktur permukiman terdiri dari jaringan jalan, drainase, air limbah, persampahan, gas, telekomunikasi, air bersih, listrik dan ruang terbuka hijau.

Infrastruktur permukiman yang berkelanjutan setidaknya memenuhi syarat ketersediaan dan kualitas sumber daya alam di sekitar permukiman, penyediaan pelayanan dasar di permukiman harus memenuhi prinsip ekologi seperti ramah lingkungan dan memenuhi kebutuhan minimal infrastruktur yang dibutuhkan permukiman. Terkait dengan hal tersebut, maka pada prinsipnya penyediaan infrastruktur permukiman berkelanjutan ini berkaitan dengan:

1. Jaringan jalan permukiman yang berkelanjutan adalah jalan yang memiliki tingkat keawetan yang cukup lama, suatu jalan didukung oleh struktur yang baik serta perawatan hingga pelengkap jalan yang tersedia agar tidak mempercepat kerusakan pada jalan. Selain jaringan jalan harus dilengkapi dengan system drainase kiri kanannya. Sehingga saat terdapat hujan maka air dapat ditampung oleh drainase di sampingnya, selanjutnya air didalam saluran drainase dapat dimasukkan ke dalam tanah atau dialirkan menuju ke aliran sungai. Selanjutnya setiap jalan harus ditentukan jalannya untuk menentukan beban kendaraan yang akan melewati jalan tersebut sehingga jalan tidak terkena muatan lebih sehingga pada akhirnya jalan menjadi mudah rusak.
Pengelolaan jalan pada dasarnya bukan hanya badan jalan yang dilalui pengendaraan tetapi juga penyediaan jalur pejalan kaki (utamanya berupa trotoar) juga jalur untuk kaum *difable*. Penyediaan jalur pejalan kaki ini akan menunjang keberlanjutan infrastruktur permukiman dengan penataan jalur pejalan kaki yang nyaman sehingga masyarakat akan lebih tertarik untuk menggunakan jalur pejalan kaki yang pada akhirnya akan mengurangi penggunaan kendaraan bermotor. Sepanjang jalur pejalan kaki ini juga perlu dilengkapi dengan jalur hijau sebagai peneduh maupun tanaman perdu/bunga-bisa dalam bentuk pot untuk meningkatkan estetika jalur pejalan kaki. Dengan demikian perencanaan jalan yang berkelanjutan harus ditopang oleh jalur hijau, jalur pejalan kaki, maupun jalur khusus kaum *difable*
2. Limpasan air hujan pada dasarnya harus dikembalikan ke dalam tanah untuk mengisi cadangan air tanah atau dialirkan melalui saluran drainase. System drainase yang berkelanjutan adalah system di mana air yang melimpas atau sebagai *run off* dimasukkan ke dalam tanah dan sisanya dialirkan melalui dengan tidak melampaui kapasitas drainase dimaksud. Pola ini akan menghasilkan sistem drainase yang berkelanjutan. Pola lain yang dapat dilakukan adalah dengan menambah atau melestarikan ruang terbuka hijau sebagai resapan air untuk mengurangi beban limpasan ke dalam saluran

drainase. Dalam kondisi tertentu maka pada wilayah hulu, air dapat ditahan dengan sistem resapan makro atau kolam retensi maupun pembuatan terasering. Dalam konteks mikro yakni permukiman maka perlu disediakan sumur resapan dan biofori sehingga limpasan ke drainase dapat diminimalisir. Secara keseluruhan pola diatas akan mewujudkan system drainase yang berkelanjutan yang menunjang perbaikan lingkungan permukiman.

3. Limbah rumah tangga pada dasarnya dibagi menjadi dua yakni air limbah atau *greywater* dan limbah dari kloset atau *blackwater*. Pengelolaan limbah rumah tangga secara berkelanjutan adalah dengan pengolahan air limbah yang dapat dimanfaatkan kembali baik dari air bersih maupun air minum dan meminimalisir ke dalam saluran drainase. Pengolahan air limbah dapat dilakukan secara individual, komunal atau skala kota dan tidak disarankan untuk dibuang menyatu dengan drainase sebagai saluran limpasan air hujan. Dengan demikian maka diperlukan pemisahan pembuangan dan pengolahan air limbah dengan pembuangan air hujan. Apabila disatukan maka harus memenuhi syarat kadar maksimum pencemaran yang diizinkan. Pengelolaan air limbah untuk penggunaan non air minum dapat dimanfaatkan Kembali sekitar 40 % dari air limbah yang dibuang. Pembuangan limbah dari kloset berupa tinja dapat ditampung dalam skala individu, komunal atau skala kota. Dalam konteks permukiman limbah tinja tersebut dapat dikelola dengan menggunakan bak pengolah secara komunal sehingga sisa air dapat diolah menjadi tidak tercemar yang selanjutnya dapat diresapkan kedalam tanah atau dibuang ke sungai, sedangkan sisa lumpur tinja dapat dimanfaatkan sebagai pupuk. Dengan menggunakan sistem yang sederhana secara komunal dapat dibuat menjadi biogas dan sisa lumpur tinja, sama dapat dipakai sebagai pupuk. Melalui pengolahan tersebut maka pengolahan air limbah dapat menunjang penyediaan prasarana permukiman secara berkelanjutan.
4. Dalam konteks permukiman, sampah pada dasarnya merupakan barang yang harus dibuang, akan tetapi ternyata masih banyak yang dapat dimanfaatkan dari sampah. Untuk mendukung keberlanjutan penyediaan infrastruktur berkelanjutan terkait sampah maka perlu diupayakan pengurangan volume sampah, pemanfaatan Kembali sampah yang ada, pengolahan sampah sampai penggunaan sampah untuk kompos dan energi. Upaya ini sering dikenal dengan upaya 3R yakni *reduce*, *reuse* dan *recycle*,

akan tetapi saat ini sudah berkembang menjadi 6R yakni *reduce, reuse, recycle, repair, refuse* dan *rethink*. Pola ini pada dasarnya menuntut tanggung jawab Bersama dalam menanggulangi sampah dan mengambil hasil dari mengolah sampah tersebut. Upaya lain ada dengan membentuk badan pengolah sampah yang dapat dimanfaatkan melalui bank sampah atau koperasi penanganan sampah. Pola ini akan menunjang keberlanjutan penyediaan infrastruktur permukiman dengan mengelolah sampah sekaligus mengurangi beban volume sampah yang dikelola di TPA maupun sistem pengangkutannya.

5. Salah satu potensi yang besar dalam penyediaan enersi di permukiman adalah dengan memanfaatkan gas alam. Peran gas alam ini dapat menggantikan atau mengurangi penggunaan LPG dan pada beberapa daerah masih ada yang menggunakan minyak tanah. Upaya ini memerlukan penyauran dari sumber gas alam ke system jaringan sampai kerumah tangga di permukiman yang harus aman untuk dimanfaatkan oleh masyarakat yakni dengan menghilangkan kadar air, CO₂, H₂S, dan komponen-komponen pengotor lainnya. Upaya ini akan mensubtitusi penggunaan minyak tanah, LPG, dan listrik sehingga menopang penyediaan enersi rumah tangga secara berkelanjutan.
6. Dalam skala rumah tangga atau permukiman system telekomunikasi terbanyak ada menggunakan telepon seluler yang didukung oleh keberadaan menara *Base Transceiver Station* (BTS). Penggunaan telepon seluler tidak sebatas hanya untuk komunikasi (missal melalui pembicaraan telepon, Whats App, SMS, Instagram, Twitter, Facebook, dll). Juga digunakan untuk kepentingan mengambil gambar atau foto dan penggunaan internet lengkap dengan segala macam keunggulannya. Nilai telekomunikasi ini mendukung keberlanjutan dengan mengurangi pergerakan untuk orang bertemu secara langsung karena menggunakan telepon seluler tersebut, dan saat ini sudah memasuki serba online.
7. Penyediaan air bersih dapat dibedakan menjadi dua kelompok yakni air bersih pemakaian sehari-hari dan air bersih untuk air minum. Khusus untuk air minum dapat dibagi menjadi dua kelompok yakni air siap minum langsung dari kran dan air yang harus diolah (direbus) baru dapat diminum. Sumber air bersih umumnya berasal dari air permukaan, air tanah dan mata air; semuanya harus diolah dulu jika akan digunakan sebagai air minum tapi untuk penggunaan lain dapat digunakan secara langsung (untuk memasak, mencuci, atau

menyiram bunga). Kebelanjutan penyediaan air bersih dilakukan dengan menjaga supply ketersediaan air ke dalam tanah melalui konservasi tanah dan air di wilayah hulu dan menggunakannya dengan menekan kebocoran distribusi dan hemat dalam menggunakan air bersih. Selanjutnya diperukan upaya pengolahan penggunaan air limbah yang berasal dari air bersih untuk dimanfaatkan Kembali.

8. Listrik sebagai salah satu sumber enersi terutama ubtuk penerangan juga penggunaan seharihari miasal menyalakna televisi, kulkas, AC, mesin cuci, dll. Menggunakan sumber enersi listrik dari PLN. Asal sumber enersi terbanyak diperoleh dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) yang menggunakan solar, Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang mennggunakan bahan bakar batu bara. Dalam menunjang penyediaan infrastruktur berkelanjutan permukiman maka penggunaan listrik yang berasal dari penggunaan solar dan batu bara harus dikurangi dengan memanfaatkan sumber listrik baru atau terbarukan dan membuat desain rumah yang hemat/ramah penggunaan listrik misal memperbanyak bukaan sehingga cahaya matahari masuk ke dalam rumah. Beberapa upaya yang dapat dilakukan dengan menggunakan solar cell, mikrohidro atau pikohidro. Untuk penerangan lampu jalan juga disarankan menggunakan solar cell.
9. Ruang terbuka hijau memilki fungsi: ekologis, ekonomis, estetis, lingkungan dan sosial budaya. Keberadaan RTH akan menopang keberlanjutan lingkungan permukiman dalam wujud penyediaan taman lingkungan, jalur hijau, median jalan, makam, dll. RTH ini juga memiliki fungsi social sebagai tempat interaksi antar anggota warga masyarakat dalam lingkungan permukiman termasuk penggunaan untuk berbagai acara rutin atau insidental, misal untuk olahraga, bermain anak-anak, pasar minggu, atau acara lainnya. Pengelola RTH ini harus dilakukan dengan tepat melalui meminimalisir penempatan perkerasan diatasnya agar mampu meresapkan air kedalam tanah. Secara keseluruhan hal diatas akan menunjang keberlanjutan lingkungan permukiman.

Infrastruktur permukiman yang baik diperlukan jika pelayanan kepentingan umum diperlukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam kehidupan sosial, ekonomi, dan administrasi, seperti adanya infrastruktur dasar permukiman yang memfasilitasi aktivitas penghuninya. keberlangsungan infrastruktur hunian dapat dikatakan baik jika dapat digunakan dalam jangka

waktu yang lama, dan dapat dikatakan baik jika standar penggunaan dan pemeliharannya baik.

Penulis berharap buku ini dapat memberikan gambaran dalam penyediaan infrastruktur permukiman secara berkelanjutan dengan menyelesaikan beberapa permasalahan yang ada dengan memberikan konsep penyediaan permukiman secara berkelanjutan, sehingga sasaran yang ingin dituangkan dalam buku ini dapat tersampaikan dengan jelas seperti gambaran dari permukiman, permukiman berkelanjutan, kebutuhan dan penyediaan infrastruktur dan paling terpenting mampu memperluas khasanah pengetahuan pembaca tentang studi-studi kasus pada infrastruktur permukiman, serta memberikan manfaat bagi segenap pihak.

Malang, Januari 2023

Penulis,
Ibnu Sasongko

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR TABEL	VIII
DAFTAR GAMBAR	IX
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Sasaran	2
PERMUKIMAN	3
A. Pengertian Permukiman	3
B. Permukiman Perkotaan Dan Perdesaan	4
C. Masalah Umum Permukiman	7
D. Kebijakan Penanganan Permukiman	8
KEBUTUHAN PENANGANAN INFRASTRUKTUR PERMUKIMAN	14
A. Kebutuhan Infrastruktur	14
B. Masalah Ketersediaan Infrastruktur Permukiman	17
INFRASTRUKTUR PERMUKIMAN BERKERLANJUTAN & PEMBANGUNAN	
BERKERLANJUTAN	22
A. Pembangunan berkelanjutan	22
B. Kota berkelanjutan	26

C. Permukiman berkelanjutan	27
D. SDG's dalam Infrastruktur Permukiman	28
KEBUTUHAN PENANGANAN INFRASTRUKTUR YANG BERKELANJUTAN	33
ELEMEN INFRASTRUKTUR	35
A. Jaringan Jalan	35
B. Jaringan Drainase	54
C. Jaringan Air Limbah	72
D. Jaringan Persampahan	90
E. Jaringan Gas	102
F. Jaringan Telekomunikasi	106
G. Jaringan Air Bersih	109
H. Jaringan Listrik	118
I. Ruang Terbuka Hijau	121
DAFTAR PUSTAKA	114

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Sustainable Development Goals Pada Akses Air Bersih Dan Sanitasi	31
Tabel 2 Klasifikasi Jalan Perumahan	38
Tabel 3 Bagian Jaringan Drainase	56
Tabel 4 Kriteria Teknis Sistem Drainase Permukiman	57
Tabel 5 Penerapan Sumur Resapan Air Hujan Pada Areal Maksimal 5 Ha	67
Tabel 6 Kepemilikan Rth	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Permukiman Perkotaan	6
Gambar 2 Permukiman Perdesaan	6
Gambar 3 Sustainable Development Goals (Sdg's)	29
Gambar 4 Grafik Status Ketersediaan Data Setiap Indikator Sdgs	29
Gambar 5 Jalan Permukiman <i>Sumber: Dokumentasi 2022</i>	36
Gambar 6 Jalan Pada Permukiman Padat	40
Gambar 7 Bagian-Bagian Jalan	41
Gambar 8 Perkerasan Jalan Aspal	42
Gambar 9 Perkerasan Jalan Beton	43
Gambar 10 Perkerasan Jalan Paving Blok	44
Gambar 11 Jalan Papan	46
Gambar 12 Tata Letak Jalur Hijau	47
Gambar 13 Lebar Ruang Bebas Kendaraan	48
Gambar 14 Median Jalan Perumahan	49
Gambar 15 Ilustrasi Median Jalan	49
Gambar 16 Jalur Sepeda	50
Gambar 17 Contoh Pola Tanam Rth Jalur Pejalan Kaki	52
Gambar 18 Jalur Pejalan Kaki	53
Gambar 19 Ilustrasi Jalur Pejalan Kaki	54

Gambar 20 Saluran Drainase Standar Dengan Perkerasan	61
Gambar 21 Ilustrasi Lubang Biopori	64
Gambar 22 Pipa Biopori Kampung Sanitasi Tlogomas	65
Gambar 23 Ilustrasi Sumur Resapan	68
Gambar 24 Ilustrasi Pengembangan Sumur Resapan	69
Gambar 25 Konsep Pengelolaan Air Limbah Domestik	73
Gambar 26 Limbah <i>Grey Water</i> Sumber: <i>Dokumentasi, 2022</i>	75
Gambar 27 Skema Daur Ulang Air Limbah <i>Greywater</i>	76
Gambar 28 Limbah <i>Black Water</i>	78
Gambar 29 Skema Aliran Ipal Skala Individu	80
Gambar 30 Skema Jaringan Perpipaan Ipal Komunal	81
Gambar 31 Proses Pegelolaan Sanitasi Tlogomas	84
Gambar 32 Sistem Instalasi Pipa Tersentralisasi (Tampak Atas)	86
Gambar 33 Reaktor Bio Gas Model Fixed Dome	87
Gambar 34 Sistem Instalasi Pipa Pembuangan Septi-Tank Tersentralisasi	88
Gambar 35 Proses Pembuatan Biogas Berbasis Tinja	89
Gambar 36 Tempat Pembuangan Sampah Depan Rumah	90
Gambar 37 Sistem Alur Pengelolaan Sampah	91
Gambar 38 Diagram Sistem Pengelolaan Sampah Di Permukiman	93
Gambar 39 Tempat Pembuangan Sampah	95
Gambar 40 Penanganan Sampah 3r	97
Gambar 41 Hasil Produk Olahan Sampah Dari Plastik	100
Gambar 42 Hasil Produk Olahan Sampah Dari Kain Perca	101
Gambar 43 Alur Kerja Bank Sampah	102
Gambar 44 Gas Lpg	103
Gambar 45 Proses Distribusi Gas	105
Gambar 46 Jaringan Telekomunikasi	106
Gambar 47 Prinsip Kerja Sistem Telekomunikasi	107
Gambar 48 Konsep Jaringan Bts	108
Gambar 49 Penggunaan Air Bersih	109
Gambar 50 Sistem Penyaluran Air Bersih Ke Rumah-Rumah	110

Gambar 51 Sistem Sambungan Langsung	113
Gambar 52 Sistem Tangki Atap	114
Gambar 53 Tangki Tekan	115
Gambar 54 Sistem Penjernihan Air	117
Gambar 55 Tahapan Kerja Penjernihan Air	118
Gambar 56 Energi Listrik	120
Gambar 57 Ilustrasi Pengembangan Kawasan/ Zona Rth	121
Gambar 58 Ilustrasi Rth Pada Pekarangan Rumah	122
Gambar 59 Ilustrasi Taman Atap	123



PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Munculnya suatu pemukiman pada dasarnya terdiri dari beberapa perumahan yang tersusun dari kelompok-kelompok perumahan, dan fungsinya sebagai tempat tinggal atau bermain bersama keluarga. Dengan kata lain Permukiman dapat diartikan sebagai beberapa Kumpulan perumahan yang memiliki prasarana, sarana, utilitas umum serta pendukung kegiatan kehidupan manusia baik di kawasan perkotaan maupun di perdesaan. Perbedaan permukiman perkotaan dan perdesaan terletak pada kegiatan fungsional utamanya, yaitu perdesaan didominasi oleh kegiatan pertanian sedangkan perkotaan tidak. Kegiatan utama permukiman perkotaan adalah pusat dan layanan sosial dan ekonomi. Permukiman di kota dapat menjadi masalah jika tidak siap dengan tingginya tingkat urbanisasi yang meningkatkan migrasi penduduk dari desa ke kota. Hal tersebut dapat menimbulkan dampak lingkungan serta kesehatan dalam hal penggunaan lahan, jika tingkat populasi dan karakteristik bangunan yang didirikan di lokasi tanpa perencanaan seperti tidak tersedianya infrastruktu,dll.

Urbanisasi merupakan salah satu masalah utama di permukiman dimana peningkatan permintaan perumahan tidak pernah sejalan dengan pertumbuhan penduduk, dan pada akhirnya terjadi kesenjangan antara permintaan dan penawaran perumahan siap pakai. Terbatasnya lahan yang tersedia untuk membangun rumah dan jumlah penduduk yang terus bertambah membuat sisi permintaan terus meningkat, sehingga menyebabkan harga tanah dan rumah menjadi lebih tinggi. Bagi sebagian masyarakat berpenghasilan tinggi, fungsi rumah biasanya sebagai produk

perdagangan dan objek investasi, yang akan berdampak pada gagalnya strategi industrialisasi dan krisis ekonomi. Hal ini berdampak besar bagi masyarakat miskin yang tidak mampu membeli rumah, kemudian membangun hunian darurat. Umumnya masyarakat berpendapatan rendah lebih memilih tanah di pinggiran kota karena harga tanah yang relatif murah. Akibatnya, perumahan dan permukiman bermunculan di setiap sudut kota metropolitan yang tidak layak huni itu. mengakibatkan terbentuknya permukiman kumuh. Selain berada di pinggiran kota, kawasan kumuh yang dekat dengan pusat kota seolah tak tersentuh oleh perkembangan fasilitas perkotaan. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan lingkungan hidup, mengatasi permukiman kumuh dan menjadikannya layak huni, termasuk penyediaan infrastruktur yang memadai.

Penggunaan infrastruktur permukiman yang disediakan dalam pembangunannya harus memenuhi standar teknis agar tidak menimbulkan masalah. Infrastruktur permukiman yang baik adalah infrastruktur masa depan yang layak, sehat, dan berkelanjutan. Hal ini dapat mempercepat dukungan terhadap pembangunan dalam hal peningkatan ekonomi dan kesejahteraan sosial. Infrastruktur berupa sarana dan prasarana yang saling berkaitan dalam mendukung sistem sosial ekonomi dan dalam kaitannya dengan sistem lingkungan. Kehadiran ketersediaan ini berimplikasi pada ketiga dimensi keberlanjutan. Pembangunan pada dasarnya direncanakan jauh-jauh hari, dan dengan mengantisipasi penggunaan infrastruktur di masa depan, akses masyarakat terhadap sumber daya dapat dioptimalkan, yang mengarah pada efisiensi dan produktivitas yang lebih besar, sehingga mendorong pembangunan ekonomi. Infrastruktur permukiman yang baik diperlukan jika pelayanan kepentingan umum diperlukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam kehidupan sosial, ekonomi, dan administrasi, seperti adanya infrastruktur dasar permukiman yang memfasilitasi aktivitas penghuninya. Adapun infrastruktur permukiman terdiri dari jaringan jalan, drainase, air limbah, persampahan, gas, telekomunikasi, air bersih, listrik dan ruang terbuka hijau.

B. Tujuan dan Sasaran

Infrastruktur permukiman yang baik jika pelayanan kepentingan umum yang sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dalam kehidupan sosial, ekonomi, dan administrasi, seperti adanya prasarana dasar pemukiman yang mempermudah aktivitas penduduknya. Berkaitan dengan ketersediaan dan kualitas sumber daya alam di sekitar permukiman, penyediaan pelayanan dasar di permukiman harus memenuhi prinsip ekologi seperti ramah lingkungan dan memenuhi kebutuhan minimal infrastruktur yang dibutuhkan permukiman. Hingga keberlanjutan pada infrastruktur permukiman dikatakan baik jika standar

penggunaan pemanfaatannya hingga perawatan dapat dikatakan baik jika dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang.

Tujuan: Membuat konsep penyediaan infrastruktur permukiman secara berkelanjutan

Sasaran:

1. Gambaran permukiman
2. Permukiman berkelanjutan
3. Kebutuhan dan penyediaan infrastruktur
4. Infrastruktur berkelanjutan

A. Pengertian Permukiman

Rumah pada dasarnya merupakan hunian yang dihuni satu atau beberapa keluarga, dan rumah juga menunjukkan bagaimana jatidiri penghuninya. Oleh karena itu terdapat istilah *home sweet home*, *rumahku istanaku*, atau tempoat paling dirindukan adalah rumah untuk berkumpul Bersama keluarga. Menurut Dr. Heinz Frick (2006) bahwa rumah menjadi tempat perlindungan, untuk menikmati kehidupan, beristirahat dan bersuka ria bersama keluarga. Di dalam rumah, penghuni memperoleh kesan pertama dari kehidupannya di dalam dunia ini. Rumah harus menjamin kepentingan keluarga, yaitu untuk tumbuh, termasuk kemampuan mereka untuk berkembang dan hidup bersama dengan tetangga. Juga perlu memberikan ketenangan, kesenangan, kebahagiaan dan kenyamanan sepanjang hidupnya.

Permukiman didefinisikan sebagai sekelompok rumah yang dilengkapi dengan fasilitas, infrastruktur, dan aspek kehidupan sehari-hari lainnya. Diharapkan sebagai sebuah pemukiman akan menjadi jati diri dan identitas diri para penghuni pemukiman tersebut.

Berdasarkan Undang-undang Nomor 1 tahun 2011 tentang perumahan dan Kawasan permukiman dalam pasal 1 angka 5 menyatakan bahwa Permukiman adalah bagian dari lingkungan hunian yang terdiri atas lebih dari satu satuan perumahan yang mempunyai prasarana, sarana, utilitas umum, serta mempunyai penunjang kegiatan fungsi lain di kawasan perkotaan atau kawasan perdesaan. Selain itu dalam buku Perencanaan Kawasan Permukiman (Agus S. Sadana 2014:19) menjelaskan bahwa permukiman adalah komunitas orang, baik di kota maupun di desa, yang terkait dengan norma sosial, spiritual, dan budaya. Tjuk Kuswartojo, dkk. Perumahan dan Permukiman di Indonesia, yang diterbitkan pada tahun (2005: 2-4) bahwa perumahan atau kumpulan tempat tinggal dengan segala unsur dan kegiatan yang berhubungan dengan dan yang ada di permukiman disebut sebagai permukiman. Pada akhir 1960-an, istilah "pemukiman" diciptakan, dan definisinya adalah "kombinasi perumahan dan kehidupan manusia yang menempatnya". Sementara itu, kerangka pikir yang dikemukakan Doxiadis (1971) dalam bukunya menyatakan bahwa pemukiman didasarkan pada skala spasial, mulai dari ruang tunggal hingga kota besar, wilayah metropolitan, dan jaringan antarkota di seluruh dunia. Mengenai komposisi unsur permukiman yang beragam, seperti satuan permukiman, dimana unsur

alam mendominasi tetapi unsur buatan mendominasi, selain itu kegiatan yang dapat diakomodasi beragam; yang ada hanyalah pemukiman hidup, serta pemukiman industri dan pemukiman jasa yang menghasilkan barang. Sehingga proses pembentukan dan perkembangannya pun memunculkan berbagai pemukiman, ada yang tertata pertumbuhan dan perkembangannya, namun ada juga yang tumbuh sebagai hasil usaha perseorangan. Ada pemukiman yang tetap sama selama puluhan bahkan ratusan tahun, sementara yang lain berubah begitu cepat.

Proses perencanaan lingkungan pemukiman perkotaan dan perdesaan, kegiatan penunjang, pemukiman, perumahan, rumah, prasarana, sarana dan utilitas umum dalam rangka menghasilkan dokumen RKp dikenal dengan perencanaan kawasan perumahan dan pemukiman. Pasal 6 huruf a Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2020 Peran Masyarakat Dalam Penyelenggaraan Perumahan Dan Kawasan Permukiman menyatakan bahwa pelaksanaan identifikasi kondisi lingkungan hunian yang telah ada, yang meliputi masukan terhadap kondisi satuan pemukiman dan satuan perumahan, beserta prasarana, sarana, dan utilitas umum, baik dari aspek kuantitas, kualitas, maupun skala pelayanan;.

B. Permukiman Perkotaan Dan Perdesaan

Permukiman Perkotaan dan Perdesaan Kawasan pemukiman meliputi lingkungan tempat tinggal dan penunjang kegiatan baik di perkotaan maupun di perdesaan. Menurut UU No. 26 Tahun 2007, Pasal 1 tentang Penataan Ruang dan Bagian Penjelasan Pasal 59 dan 61 UU No. 1 Tahun 2011, kawasan pemukiman perkotaan dan perdesaan dapat dikategorikan sebagai berikut: Kawasan perkotaan adalah wilayah yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat pemukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi. Kawasan perdesaan adalah wilayah yang mempunyai kegiatan utama pertanian, termasuk pengelolaan sumber daya alam dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat pemukiman perdesaan, pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi.

Dalam kajian Madjid Kusmalinda (2012), "Karakterisasi Kawasan Permukiman Perkotaan dan Perdesaan di Wilayah Tangerang", beberapa contoh menggambarkan karakteristik permukiman perkotaan dan perdesaan. Berikut ini adalah beberapa karakteristik yang membedakan daerah perdesaan dari perkotaan:

- a. Karakteristik penggunaan lahan (Bourne et al.) 1984 (Corcelli, 2008) Berdasarkan penggunaan lahannya, kawasan dapat dibagi menjadi dua kategori menggunakan karakteristik penggunaan lahan. Bentuk penggunaan lahan non agraris digunakan untuk mengklasifikasikan penggunaan lahan berkonotasi perkotaan, sedangkan bentuk penggunaan lahan agraria digunakan untuk mengklasifikasikan penggunaan lahan berkonotasi pedesaan. Bentuk penggunaan lahan agraris, khususnya kawasan pertanian (vegetated areas), berasosiasi dengan sektor pedesaan, sedangkan bentuk penggunaan lahan non agraris berasosiasi dengan sektor perkotaan dan diklasifikasikan sebagai kawasan terbangun permukiman.
- b. Populasi (Bourne et al. 1984 dalam Korcelli 2008; Pieser 1989 dalam Terzi dan Kaya 2008). Karena kota memiliki jumlah penduduk yang lebih besar daripada desa, maka hal tersebut berdampak signifikan terhadap permintaan perumahan dan akan membentuk pola pembangunan perumahan.
- c. Karakteristik bangunan (Rahman, 2008; Terzi dan Kaya, 2008) Kota dapat diidentifikasi dari dominasi fungsi bangunan yang diarahkan pada kegiatan perkotaan atau sektor non-pertanian. Perbandingan karakteristik bangunan, seperti kepadatannya dan jumlah bangunan di suatu daerah, dapat mengungkapkan perbedaan antara daerah perkotaan dan pedesaan.
- d. Karakteristik wilayah seperti struktur penduduk (Hall, 1973; Korcelli, 2008).

Struktur penduduk, khususnya mata pencaharian, merupakan ciri lain yang membedakan perkotaan dan pedesaan satu sama lain. Sektor ekonomi utama di desa adalah sektor pertanian yang ditandai dengan adanya keluarga petani. Pengelolaan lahan untuk pertanian, peternakan dan perikanan merupakan kegiatan ekonomi utama. Sebaliknya, kota merupakan hub dari sektor ekonomi sekunder, yang meliputi sektor industri, serta sektor ekonomi tersier. Akibatnya, Anda tidak akan menemukan keluarga petani di sana.



Gambar 1 Perumahan Perkotaan

Salah satu gambaran permukiman perkotaan, nampak rumah-rumah tipe menengah dengan lingkungan buatan didalamnya
Sumber: Koleksi pribadi, 2022



Gambar 2 Perumahan Perdesaan

Salah satu gambaran permukiman perdesaan, nampak rumah-rumah berjajar yang asri dengan lingkungan sekitarnya
Sumber: Koleksi pribadi, 2022

C. Masalah Umum Perumahan

Pertambahan jumlah penduduk selalu beriringan dengan peningkatan permintaan perumahan. Karena jumlah unit hunian tidak pernah sejalan dengan laju pertumbuhan penduduk yang tinggi, kini terdapat kesenjangan yang signifikan antara permintaan rumah dan penyediaan rumah siap huni. Dampak urbanisasi adalah penyebabnya. Sebagai gambaran, Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susesnas) 2020 yang dilakukan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) mengungkapkan bahwa Indonesia memiliki backlog perumahan sebanyak 12,75 juta unit, yang menandakan bahwa kebutuhan rumah masih signifikan. Keterbatasan lahan yang tersedia untuk pembangunan perumahan menjadi kendala utama dalam penyediaan rumah yang layak bagi penduduk perkotaan. Fenomena tersebut mengakibatkan peningkatan jumlah penduduk yang melebihi pertambahan luas daratan. Akibatnya, bidang tanah yang tersisa menjadi sumber pertikaian bagi banyak orang. Harga tanah akan naik sebagai akibat dari perselisihan perkotaan atas tanah, khususnya di kota-kota besar. Harga tanah meroket akibat persaingan yang ketat untuk itu. Pasokan dan permintaan yang tidak seimbang dapat dilihat dalam perebutan kepemilikan tanah.

Akibatnya, ada juga masalah dengan penyediaan perumahan. Karena komponen utama perumahan adalah tanah, bangunan, serta sarana dan prasarana pendukung, kenaikan harga tanah juga akan mengakibatkan kenaikan harga rumah, sehingga semakin sulit untuk membeli rumah bagi masyarakat berpenghasilan rendah. Seperti yang dikemukakan oleh Sadyohutomo (2008) dalam Naraya dan Broto (2013), harga tanah akan dipengaruhi oleh lima faktor secara ekonomi, salah satunya adalah sisi permintaan yang terus meningkat. Harga tanah akan terus naik meski dalam keadaan normal karena semakin banyak orang, investasi yang membutuhkan tanah, dan tingkat kesejahteraan masyarakat. Dalam hal membangun tanah, hal tersebut menjadi sumber daya yang langka, yang menyebabkan kenaikan harga tanah dan selanjutnya kenaikan harga.

Kebijakan perumahan muncul sebagai akibat dari beberapa faktor, antara lain kegagalan strategi industrialisasi dan timbulnya krisis ekonomi. Dalam perkembangannya, sebagian masyarakat menjadikan perumahan berfungsi sebagai investasi dan komoditas.

Masyarakat miskin kota semakin sulit mengatasi rasa ketidakberdayaan mereka akibat kenaikan harga rumah. Masyarakat berpenghasilan rendah secara tidak langsung terdorong untuk membangun hunian darurat dengan prinsip dapat hidup dan beristirahat karena sulitnya membeli rumah. Untuk kepentingan individu berpenghasilan rendah, pemerintah membangun rumah susun. Rumah susun dirancang untuk mendukung kebutuhan paling mendasar

dari penghuninya. Selain itu, sistem perkotaan yang komprehensif (kawasan aglomerasi) tercipta ketika fungsi hunian direlokasi ke pinggiran kota atau kawasan administratif atau dialihkan ke fungsi komersial di kawasan strategis. Tingkat kesiapan kota dalam hal perencanaan, pengelolaan, dan pelayanan tidak dapat mengantisipasi dampak perubahan yang cepat. Akibatnya, kota-kota besar dan menengah mengalami peningkatan permukiman dan perumahan yang tidak layak huni.

Menurut Wiarni suci, dkk 2018 menjelaskan bahwa Perkembangan kawasan perkotaan yang dinamis telah membawa berbagai dampak terhadap gaya hidup masyarakat perkotaan itu sendiri, termasuk meningkatnya kebutuhan akan kawasan hunian. Karena tingginya tingkat urbanisasi, kawasan permukiman menjadi semakin padat, sehingga membentuk kawasan kumuh.

Akibatnya, banyak orang yang tinggal di daerah padat, kumuh, atau di rumah yang tidak layak. Karena tidak terpengaruh oleh perkembangan fasilitas kota, maka lingkungan kawasan kumuh tidak hanya dekat dengan pusat kota tetapi juga di pinggiran kota. Oleh karena itu, untuk memberantas permukiman kumuh dan menjadikannya lebih layak huni, perlu dilakukan perbaikan lingkungan permukiman, termasuk penyediaan infrastruktur yang memadai.

D. Kebijakan Penanganan Permukiman

Deklarasi Vancouver pada tahun 1976 atau disebut dengan konferensi habitat 1 didalam buku Tjuk Kuswartojo yang berjudul Perumahan dan Pemukiman di Indonesia (2005: 8-12) dengan adanya gerakan global sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas kehidupan melalui perbaikan permukiman. Pembukaan deklarasi ditandai dengan adanya kesadaran bersama pentingnya perbaikan permukiman. Karena kondisi permukiman menjadi prasyarat bagi kelayakan pemenuhan hal dasar seperti kesehatan, pendidikan, rekreasi, dan sebagainya. Pemukiman tidak terlepas dari perkembangan ekonomi, sosial, dan hubungan ekonomi internasional yang tidak adil. Dirasakan bahwa seluruh dunia menghadapi kesulitan yang terus meningkat dalam upaya memenuhi kebutuhan dasar dan aspirasi masyarakat yang bermartabat. Perubahan sosial, ekonomi, ekologi, dan lingkungan di tingkat nasional maupun internasional telah meningkatkan kesenjangan kehidupan, segregasi sosial, diskriminasi sosial, pengangguran yang akut, penyakit, pecahnya hubungan sosial, lunturnya nilai tradisional, dan merosotnya sumber daya penyangga kehidupan seperti tanah, air, dan udara.

Deklarasi Vancouver menegaskan bahwa permukiman mampu menjadi instrument dan sekaligus menjadi obyek pembangunan. Pembangunan permukiman dapat menjadi pemandu upaya mengatasi berbagai

permasalahan sekaligus. Ini merupakan suatu kesempatan. Oleh karena itu, perkembangan permukiman dan pembangunan perumahan harus berdasar pada asas-asas kemanusiaan yang hakiki. Akhirnya deklarasi Vancouver memberikan panduan tentang apa yang harus dilakukan dalam pengembangan pemukiman.

Dalam Agenda 21 yang menyatakan adanya program untuk menyediakan tempat tinggal yang layak bagi semua, meningkatkan pengelolaan permukiman, meningkatkan perencanaan dan pengelolaan tata guna lahan yang berkelanjutan, dan memperbaiki infrastruktur lingkungan, dikembangkan pada Konferensi Habitat II di Istanbul pada tahun 1996. improve the sustainable industri konstruksi, peningkatan penggunaan energi berkelanjutan dan sistem transportasi di permukiman, peningkatan kualitas sumber daya manusia dan peningkatan kapasitas pembangunan permukiman, serta peningkatan perencanaan dan pengelolaan permukiman di kawasan bencana Agenda aksi global habitat, yang disusun dalam tiga utama program, merangkum semuanya: rumah yang layak untuk semua orang, pertumbuhan kawasan permukiman di dunia urbanisasi, peningkatan kapasitas, dan peningkatan kelembagaan. Pemerintah Indonesia menggunakan Sistematis Agenda Habitat ini sebagai acuan dalam menyusun Kebijakan dan Strategi Perumahan dan Permukiman Nasional.

Juli 2016 di Surabaya dan Konferensi Habitat III di Quito-Ekuador pada Oktober 2016 telah menghasilkan Agenda Baru Perkotaan, kesepakatan global untuk mencapai pembangunan perkotaan dan permukiman yang berkelanjutan. Indonesia telah terlibat dalam proses tersebut dari awal hingga Konferensi Habitat III meratifikasi dokumen perjanjian dan Kota Quito menyambut 30.000 peserta dari 167 negara dengan kerangka kerja dan mekanisme online yang memungkinkan orang di seluruh dunia mengikuti acara-acara besar secara online. Konferensi Habitat III menjadi saksi penerapan prinsip inklusivitas, dengan semua panel mempertimbangkan kesetaraan gender dan kesetaraan wilayah; partisipasi inklusif oleh para pemimpin penghuni kawasan kumuh dan organisasi akar rumput; pembentukan Majelis Dunia kedua untuk Pemerintahan Lokal dan Regional; serta partisipasi berbagai kelompok pemangku kepentingan, yang masing-masing memainkan peran penting dalam mewujudkan visi bersama.

Selain itu Menurut Sarosa Wicaksono, dkk., P-3 2017, PBB melalui UN-Habitat mengadakan pertemuan Global Habitat Conference setiap 20 tahun sekali, berangkat dari pentingnya isu urbanisasi dan dalam rangka mewujudkan kehidupan yang layak huni. dan kota yang berkelanjutan. Panduan Praktis Implementasi Agenda Baru Perkotaan untuk Kota Berkelanjutan di Indonesia Deklarasi Vancouver tentang Permukiman Manusia

dirumuskan pada Konferensi Habitat I tahun 1976 di Vancouver, Kanada. Konferensi Habitat II berlangsung di Istanbul, Turki, pada tahun 1996. Deklarasi Istanbul menyerukan penciptaan pemukiman yang berkelanjutan dan pencapaian tujuan universal perumahan yang layak untuk semua. Pada tahun 2016, Konferensi Habitat III berlangsung di Quito, Ekuador. Deklarasi New Urban Agenda (NUA) merupakan hasil dari konferensi ini yang menghasilkan kesepakatan global untuk mencapai pembangunan perkotaan dan pemukiman yang berkelanjutan.

Di Indonesia, Agenda Habitat dan Deklarasi Istanbul dikutip sebagai contoh pembangunan perumahan dan permukiman. Pertama, lima belas butir Deklarasi: tujuan umum menyediakan perumahan untuk semua; pengakuan atas perumahan yang memburuk dan kondisi kehidupan yang disebabkan oleh pertumbuhan kota yang pesat; tekad untuk memperbaiki perumahan; upaya terpadu; kerja sama; hubungan antara pertumbuhan perkotaan dan pedesaan; lingkungan yang sehat, nyaman dan aman sangat penting bagi setiap orang; komitmen untuk kemajuan perumahan; penyediaan perumahan yang layak dalam skala besar; manajemen perkotaan yang efektif didukung oleh hubungan antara berbagai sektor pembangunan perkotaan; pemulihan dan pelestarian arsitektur perkotaan; strategi pemberdayaan masyarakat; definisi sumber pendanaan yang tepat (berpikir global, bertindak lokal); dan kesepakatan era baru kerjasama dan budaya solidaritas.

Kedua, Rencana Aksi: perumahan yang layak untuk semua, pembangunan perumahan dan permukiman yang berkelanjutan di dunia yang selalu berubah, peningkatan kapasitas, koordinasi dan kerjasama internasional antar lembaga, serta pelaksanaan dan tindak lanjut Agenda Habitat II (perumahan yang layak untuk semua dan pembangunan berkelanjutan pemukiman manusia di dunia yang selalu berubah). Strategi dalam penyediaan perumahan didasarkan pada tingkat kemampuan masyarakat yang dibagi dalam lima golongan yang dikutip dari buku "Rumah Untuk Seluruh Rakyat" (Hal. 319—321) yaitu:

1. Golongan yang berpenghasilan sangat rendah, yang kebanyakan tinggal dikampung-kampung dan perumahan liar; untuk mereka diadakan program perbaikan kampung (sekitar 20% dari jumlah keluarga yang ada).
2. Golongan yang berpenghasilan rendah, mencakup sekitar 50% dari jumlah keluarga yang ada. Untuk mereka disediakan program rumah inti.
3. Golongan yang berpenghasilan sedang, sekitar 20% jumlah keluarga yang ada. Untuk mereka disediakan program rumah sederhana.

4. Golongan yang berpenghasilan menengah, meliputi sekitar 8% jumlah keluarga yang ada. Kelompok ini diharapkan dapat dilayani pengusaha swasta.
5. Golongan yang berpenghasilan tinggi, (mencakup sekitar 2% dari jumlah keluarga) yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan rumahnya sendiri tanpa bantuan pemerintah.

Penyediaan program perumahan berdasarkan dan ditujukan kepada masalah pokok yang dihadapi, yaitu adanya kesenjangan antara pendapatan dan pengeluaran keluarga, termasuk pengeluaran untuk perumahan. Yang dapat dilakukan untuk memecahkan masalah yaitu dapat didekati dari dua segi. Pertama, dengan berusaha meningkatkan pendapatan dan kedua dengan meningkatkan daya beli. Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi agar dicari jalan keluar serta dapat mendukung yaitu:

- Biaya transport yang berbeda-beda, tergantung pada lokasi rumah terhadap tempat kerja dan berbagai fasilitas kota.
- Cara pembayaran, apakah secara tunai, dengan angsuran seperti dengan pinjaman hipotik atau sewa beli.
- Harga rumah yang terdiri dari biaya pengadaan rumah dan tanahnya, overhead perusahaan, dan keuntungan developer.

Penyediaan perumahan di pasar formal menyebabkan pemenuhan kebutuhan perumahan secara mandiri (non formal) oleh kelompok masyarakat berpenghasilan rendah. Membeli rumah secara swadaya (non formal) dikenal sebagai permukiman kumuh di mana persyaratan minimum penyediaan rumah tidak sesuai. Dengan demikian, upaya penyediaan perumahan bagi masyarakat berpenghasilan rendah dilakukan melalui pelibatan masyarakat. Hal ini dikarenakan masyarakat berpenghasilan rendah tidak memiliki banyak daya, sehingga membentuk atau bergabung dengan masyarakat bertujuan untuk memenuhi kebutuhan akan tempat tinggal yang layak dan terjangkau. Perumahan pemerintah diawali dengan perumahan dinas bagi pegawai negeri yang dikenal dengan Rumah Negeri. Rumah terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu:

- Golongan I : Rumah-rumah yang dicadangkan untuk ditempati oleh pemegang jabatan tertentu.
- Golongan II : Rumah-rumah yang dapat dianggap mempunyai hubungan yang tak dapat dipisahkan dari sesuatu jawatan atau perusahaan Negara
- Golongan III : Rumah-rumah negeri lainnya.

Dalam tahun enam puluhan instansi-instansi Pemerintah mulai membangun perumahan dinas bagi pegawainya dengan anggaran belanja negara yang dialokasikan di instansinya masing-masing. Selanjutnya sejak PELITA-I sampai saat ini, pembangunan perumahan melalui instansi masing-masing dilaksanakan dengan menggunakan ketentuan-ketentuan tentang pelaksanaan APBN dan Pedoman Penyelenggaraan Pembangunan Perumahan dan Gedung-gedung Negara berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No.119/KPTS/1973. Pengelolaan perumahan dinas ini ada pada instansi yang bersangkutan. Dengan adanya Keputusan Presiden No.13 tahun 1974 tentang Perubahan/Penetapan Status Rumah Negeri, yang memungkinkan adanya perubahan golongan Rumah Negeri, maka rumah-rumah yang dibangun oleh instansi-instansi Pemerintah dan telah diubah statusnya menjadi Rumah Negeri Golongan III pengelolaannya diserahkan kepada Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Tata Bangunan.

Pemerintah masih melakukan pembangunan rumah dinas, masih sangat terbatas dan upaya pemenuhan kebutuhan rumah pejabat disalurkan melalui Perum PERUMNAS dengan kredit gadai dari Bank Tabungan Negara. Sebagai tindak lanjut dari rekomendasi Kongres Perumahan Sehat (1950) yang diselenggarakan di Bandung, pemerintah membentuk Badan Perumahan Rakyat di bawah Departemen Pembangunan Umum dan Energi. Tugas pokok dinas perumahan terdiri dari melakukan penelitian, mengembangkan pedoman, memberi nasihat dan memberikan bimbingan teknis kepada masyarakat dan menyelenggarakan pelaksanaan pembiayaan pembangunan perumahan rakyat. YKP adalah organisasi nirlaba. Dimana kebutuhan rumah keluarga dapat beli dengan menabung terlebih dulu di YKP sehingga dapat menghemat 20% dari harga apartemen. Selain itu, para penabung ini bisa menyewa dan membeli rumah yang dibangun oleh YKP selama 20 tahun.

Kebutuhan makin besar dengan tingkat pendapatan sebagian besar rakyat Indonesia sangat rendah, pengembangan perumahan marak dimana biaya pembuatan rumah merupakan beban yang berat sekali selain Rumah sebagai kebutuhan esensial maupun bisnis. Oleh karena itu, cara yang harus dilakukan untuk mengatasi masalah biaya adalah dengan bekerja sama dalam bentuk koperasi perumahan untuk membangun rumah, yayasan-yayasan atau kelembagaan dalam bentuk-bentuk yang lain. kredit-kredit untuk perumahan disalurkan melalui badan-badan perkreditan (bank-bank), koperasi-koperasi dan organisasi Pembangunan Masyarakat Desa. Sehingga penyediaan rumah dengan melibatkan bank baik bank pemerintah maupun melibatkan bank swasta untuk mendirikan Bank Perumahan dan tentang usaha-usaha bank tersebut. Adanya Bank Perumahan:

- a. Karena pada saat ini kemampuan rakyat rendah sekali, perlu disediakan uang "murah" melalui suatu Bank Perumahan;
- b. Bantuan finansial ini harus ditujukan kepada golongan pegawai dan kepada rakyat yang berpendapatan rendah.
- c. Cara bekerja secara gotong-royong sebanyak mungkin yang dipergunakan.

Untuk mengatasi kesulitan perumahan maka Pemerintah harus mengusahakan agar pemberian pinjaman modal diutamakan kepada golongan masyarakat yang berpenghasilan rendah dan golongan masyarakat yang membangun rumah. Selanjutnya dilakukan perbaikan dalam taraf hidup rakyat dan perekonomian desa serta pemberian alat dan fasilitas kepada desa dalam usaha pembangunan perumahan. Selain modal yang langsung diberikan oleh Pemerintah Pusat, dianjurkan supaya Perusahaan Negara, Perusahaan Swasta dan Pemerintah Daerah turut serta memikul beban pembiayaan perumahan di seluruh Indonesia. Sesuai dengan pendirian YKP, pemerintah berencana untuk mendirikan bank perumahan yang akan membiayai pembangunan perumahan sosial. Hal ini sangat mempengaruhi operasional YKP yang hampir berhenti beroperasi kecuali di beberapa kota seperti Surabaya, Klaten dan Cirebon masih dapat melanjutkan operasionalnya secara mandiri. Untuk meningkatkan kegiatan penelitian di bidang perumahan, didirikanlah Lembaga Penelitian Masalah Konstruksi di Bandung sebagai yayasan pada tanggal 1 Maret 1955 dengan dukungan anggaran subsidi yang dikelola oleh Dinas Perumahan Rakyat. Persatuan negara-negara. Pusat Asia Tenggara, terutama daerah dengan iklim tropis lembab. Lembaga tersebut kemudian berubah status menjadi instansi pemerintah pada tahun 1966, yaitu Jurusan Penyelidikan Cipta Karya dan Jurusan Konstruksi Jurusan Konstruksi.

Permintaan akan perumahan juga meningkat sebagai hasil dari upaya pemerintah; semakin banyak orang yang membutuhkannya, dan harga meroket hingga tidak terjangkau lagi. Jumlah petak baik tipe 70, 54, 45, 36, dan 30 dengan luas lahan 60 m² semakin berkurang. Mereka mencari harga tanah yang murah di daerah pinggiran kota, itulah sebabnya mereka semakin memperluas lokasinya. Diprioritaskan untuk tipe rumah yang biaya pembangunannya dapat ditanggung oleh masyarakat berpenghasilan rendah ketika pemerintah melakukan penelitian. Jika temuan dapat diimplementasikan oleh masyarakat umum, maka penelitian memiliki nilai. Akibatnya, berbagai metode harus digunakan untuk konsultasi, termasuk pembangunan rumah percontohan dan diseminasi hasil penelitian kepada masyarakat.

Aspirasi bangunan saat ini sering terkendala, terutama di perkotaan, dengan prosedur administrasi terkait bangunan dan persewaan, yang

difasilitasi oleh pemerintah. Suku bunga turun, dan pemerintah membantu masyarakat yang ingin membangun rumah dengan menyediakan infrastruktur atau fasilitas seperti harga tanah, antara lain. Mencegah spekulasi tanah, yang merupakan salah satu faktor penyebab mahalnya biaya pembangunan rumah, sangat penting, terutama di perkotaan. Alhasil, ada PJU dan perumahan bersubsidi, serta jalan yang dibangun pengembang dan perkerasan jalan yang disediakan pemerintah. Di sisi lain, pembangunan rumah susun serta gagasan pengembangan dan pelaksanaannya telah diatur sebagai tanggapan atas meningkatnya permintaan akan rumah bagi masyarakat berpenghasilan rendah.

Salah satu bagian penting adalah penyediaan prasarana agar tetap memadai dan tidak kumuh dengan cara tepat membangun rumah yang memenuhi persyaratan minimum, Antara lain: rumah yang sehat, dari bahan-bahan yang tahan lama dan kuat serta yang sedikit mungkin mengandung bahaya kebakaran. Kecuali, rumah yang cukup indah walaupun sederhana dan yang murah biaya pembangunannya. Dalam hal ini penting bagi penyelidikan mengenai kemungkinan normalisasi serta standarisasi bahan-bahan bangunan, meliputi lingkup yang luas, mempertimbangkan banyaknya jenis-jenis bahan bangunan yang dipakai oleh penduduk di berbagai daerah di Indonesia dan mengingat banyaknya macam-macam rumah. Maka dari itu penyelidikan teknik pembuatan rumah selalu berdasar kepada kemungkinan-kemungkinan setempat dan kondisi setiap daerah. Karena prasarana untuk kepentingan umum sangat perlu diperhatikan maka harus dapat digunakan dalam jangka Panjang dan dipelihara oleh berbagai kebutuhan yang berkelanjutan.

KEBUTUHAN PENANGANAN INFRASTRUKTUR PERMUKIMAN

A. Kebutuhan Infrastruktur

Perumahan dan rumah sebagai bagian dari elemen Permukiman yang berfungsi sebagai tempat tinggal dan Prasarana, Sarana dan Utilitas, sering disebut sebagai infrastruktur permukiman. Berdasarkan ketentuan dalam peraturan pemerintah bahwa perumahan dan kawasan permukiman merupakan satu kesatuan sistem yang diikat oleh infrastruktur sesuai hirarkinya. Perumahan adalah kumpulan Rumah sebagai bagian dari Permukiman, baik perkotaan maupun perdesaan, yang dilengkapi dengan Prasarana, Sarana, dan Utilitas Umum sebagai hasil upaya pemenuhan Rumah yang layak huni. Rumah adalah bangunan gedung yang berfungsi sebagai tempat tinggal yang layak huni, Sarana pembinaan keluarga, cerminan harkat dan martabat penghuninya, serta aset bagi pemilikinya.

Prasarana dan utilitas dapat disebut juga infrastruktur. Berdasarkan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 9 Tahun 2009 Tentang Pedoman Penyerahan Prasarana, Sarana, Dan Utilitas Perumahan Dan Permukiman Di Daerah bahwa Prasarana dan utilitas perumahan dan permukiman meliputi:

- 1) Jaringan jalan
- 2) Jaringan seluran pembuangan air limbah;
- 3) Jaringan saluran pembuangan air hujan (drainase); dan
- 4) Tempat pembuangan sampah

Sedangkan utilitas perumahan dan permukiman sebagaimana dimaksud dalam pasal 7, antara lain:

- 1) Jaringan air bersih
- 2) Jaringan listrik
- 3) Jaringan telepon;
- 4) Jaringan gas;
- 5) Jaringan transportasi;
- 6) Pemadam kebakaran; dan
- 7) Sarana penerangan jasa umum.

Pelayanan kepentingan umum yang sangat diperlukan untuk mencukupi kebutuhan masyarakat dalam kehidupan ekonomi, sosial, dan administrasi, sebagaimana prasarana dasar permukiman. Mengenai kualitas dan ketersediaan sumber daya alam di sekitar permukiman, pengadaan layanan dasar permukiman harus sesuai pada prinsip-prinsip ekologi seperti kedekatan dengan alam, tetapi juga persyaratan minimum untuk infrastruktur dasar yang

dibutuhkan oleh pemukiman. Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 1 Tahun 2014 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, terdapat Standar pelayanan minimal untuk infrastruktur dasar permukiman. Sebagaimana mana yang telah diatur dalam PP 38/2007 di atas, pengaturan dalam Permen 1/2014 tersebut meliputi pengaturan standar pelayanan minimal untuk air minum, air limbah, dan persampahan.

Salah satu aspek terpenting dan krusial dalam percepatan proses pembangunan nasional adalah pembangunan infrastruktur. Selain itu, infrastruktur merupakan kontributor yang signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi. Hal ini karena ketersediaan infrastruktur seperti transportasi, telekomunikasi, sanitasi, dan energi tidak dapat dipisahkan dari pertumbuhan dan pembangunan ekonomi suatu negara. Akibatnya, perluasan industri ini berfungsi sebagai fondasi untuk pertumbuhan ekonomi lebih lanjut.

Salah satu komponen PNPM Mandiri adalah Program Pembangunan Infrastruktur Perdesaan (PPIP) berbasis pemberdayaan masyarakat. Dengan menyusun rencana pembangunan infrastruktur milik masyarakat, peserta program ini mampu mengatasi permasalahan terkait dengan kurangnya akses dan ketersediaan infrastruktur dasar oleh masyarakat (2012 Kementerian Pekerjaan Umum). Menurut Kelsey dan Hearne (1995), "filosofi pemberdayaan masyarakat harus didasarkan pada pentingnya pengembangan individu dalam perjalanan pertumbuhan masyarakat dan bangsa [Mardikanto dan Soebiato, 2013], filosofi pemberdayaan masyarakat adalah yang paling banyak dianut. Pemberdayaan masyarakat pada dasarnya adalah proses memberdayakan masyarakat. Setiap anggota masyarakat sebenarnya memiliki potensi, ide dan kemampuan untuk menjadikan dirinya dan masyarakat menjadi lebih baik, namun terkadang karena faktor-faktor tertentu, potensi tersebut tidak dapat diwujudkan. Selama pelaksanaan, PPIP meningkatkan kualitas pemberdayaan masyarakat dan peran pemangku kepentingan dalam pelaksanaan proyek.

Dalam pelaksanaannya, Kualitas pemberdayaan masyarakat dan peran pemangku kepentingan dalam pelaksanaan program ditingkatkan melalui pelaksanaan PPIP. Tindakan-tindakan tersebut dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut, yang dituangkan dalam Pedoman Pelaksanaan PPIP yang dirilis oleh Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum:

1. Peningkatan kepekaan dan kesadaran di semua tingkatan berkat pelaksanaan Kampanye Kesadaran Publik (PAC) yang efektif.

2. pelatihan yang akan dimasukkan ke dalam sistem penyampaian program untuk meningkatkan kemampuan pengurus Mulai dari tingkat pusat, provinsi, dan kabupaten hingga ke tingkat desa
3. pemantauan kinerja akan dilakukan secara bertahap.
4. Meningkatkan partisipasi aktif masyarakat dalam pelaksanaan program, khususnya dalam proses pengambilan keputusan, khususnya di kalangan perempuan dan masyarakat miskin
5. berdasarkan kinerja dalam pelaksanaan program, evaluasi kinerja yang dikaitkan dengan sistem, penghargaan dan sanksi bagi penyelenggara program di tingkat provinsi, kabupaten, dan desa; dan
6. Penguatan mekanisme dan pelaksanaan penanganan pengaduan

PPIP senantiasa mendorong keterlibatan masyarakat secara maksimal dalam semua tahapan kegiatan, mulai dari pengorganisasian masyarakat, penyusunan rencana program, penetapan kegiatan pembangunan infrastruktur perdesaan, hingga pengelolaannya. Selain itu, tiga komponen PPIP menjadi landasan pemberdayaan masyarakat:

- 1) Peningkatan pelayanan dan penyediaan infrastruktur desa melalui Bantuan Langsung Masyarakat (BLM),
- 2) Peningkatan kapasitas pelaksanaan dan pengendalian program, dan
- 3) Penguatan kapasitas perencanaan masyarakat

Tahapan kegiatan program pembangunan infrastruktur perdesaan berikut diperlukan untuk mencapai tujuan dan sasaran program:

1. Perencanaan adalah proses penentuan pilihan atau alternatif berdasarkan informasi yang akan digunakan untuk melakukan serangkaian kegiatan.
2. Implementasi adalah jenis kegiatan masyarakat yang menitikberatkan pada pelaksanaan pembangunan sesuai dengan tujuan. Biasanya, implementasi memerlukan pengambilan tindakan atau penerapan rencana yang matang dan menyeluruh
3. Proses penentuan ukuran kinerja dan pengambilan tindakan untuk mendukung pencapaian hasil yang diantisipasi sesuai dengan kinerja yang telah ditentukan sebelumnya disebut pengawasan.

Temuan penelitian Fauzyah & Ari (2015) tentang pelaksanaan program pembangunan infrastruktur perdesaan (PPIP) di Desa Wiru Kecamatan Bringin Kabupaten Semarang menunjukkan bahwa dampak program pembangunan infrastruktur perdesaan dapat dilihat dari segi output, hasil, dan manfaat.

Temuan ini didasarkan pada temuan penelitian mereka. Hasil pembuatan jalan beton adalah jalan beton sepanjang 600 meter di Desa Wiru, Dusun Kedunglaran.

Perekonomian masyarakat Dusun Kedunglaran meningkat sebagai hasilnya, dibuktikan dengan peningkatan harga jual hasil panen masyarakat dan peningkatan arus informasi yang difasilitasi oleh aksesibilitas, terbukti dengan adanya perputaran ekonomi dari penjualan masyarakat ke Kedunglaran masyarakat di Desa Wiru. Selain itu, kegiatan sehari-hari masyarakat Dusun Kedunglaran kini lebih hemat waktu berkat pembangunan jalan beton tersebut, karena mereka dapat bergerak lebih cepat dari sebelumnya.

B. Masalah Ketersediaan Infrastruktur Permukiman

Dalam penyediaan infrastruktur permukiman yang dimanfaatkan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari, yang dimana ketersediaannya harus sesuai dengan standar teknis dalam penyediaannya, jika tidak sesuai maka masalah-masalah terkait infrastruktur bermunculan, biasanya permasalahan infrastruktur dapat mempengaruhi permukiman yang bisanya disebut dengan permukiman kumuh. Dimana salah satu karakter kekumuhan disebabkan oleh prasarananya. Sehingga masalah ketersediaan tersebut telah disebutkan sebagian dalam Permen PU no 2 tahun 2016. Sarana dan prasarana (jaringan) merupakan komponen yang tidak dapat dipisahkan yang membentuk suatu infrastruktur sistem. Akibatnya, sistem infrastruktur adalah sesuatu yang selalu terhubung dengan kehidupan masyarakat dalam sistem sosial dan ekonomi untuk memenuhi kebutuhan fisik dan kebutuhan dasar. Adapun masalah setiap elemen pada prasarana dan utilitas sebagai berikut:

1) Jaringan Jalan

- a) Jalan pada permukiman umumnya memiliki berbagai jenis perkerasan hingga berbagai ukuran dan kondisinya, diantaranya ada yang lebar dan bagus, ada yang sempit ada yang rusak sampai tidak terawat, terkadang pada gang-gang yang sangat sempit, hal inilah berbagai masalah muncul dilihat dari segi ukuran jika jalan yang sempit jika tidak terdapat resapan air maupun saluran yang baik akan menimbulkan genangan hingga banjir.
- b) Kualitas permukaan jalan lingkungan buruk, dengan kerusakan permukaan jalan pada sebagian atau seluruh jalan lingkungan. Selain itu, genangan dapat disebabkan oleh rusaknya jalan yang mengubah jalan menjadi saluran air, terutama di gang-gang sempit. Jika genangan ini bertahan dalam waktu lama tanpa diperbaiki, maka dapat menghambat pembangunan jalan dan keselamatan lalu lintas.

- c) Drainase limpasan air hujan tidak dapat dialirkan oleh drainase lingkungan sehingga terjadi genangan dengan ketinggian lebih dari 30 sentimeter yang berlangsung lebih dari dua jam dan terjadi lebih dari dua kali dalam setahun.
- d) Ketidakterdediaan drainase seperti saluran tersier dan/atau saluran lokal, tidak dapat ditemukan jika saluran lokal tidak terhubung dengan saluran pada hirarki di atasnya, sehingga air tidak dapat mengalir dan menyebabkan banjir.
- e) Tidak terhubung dengan sistem drainase perkotaan;
- f) Tidak terawat sehingga menampung baik limbah cair maupun padat; dan/atau
- g) kualitas konstruksi drainase lingkungan karena melibatkan penggalian tanah tanpa penutup atau pelapis, atau karena telah terjadi kerusakan.
- h) Dimensi saluran drainase tidak seragam, dan konstruksi bangunan tidak jelas.
- i) Kemiringan saluran drainase kembali sesuai karena banyak sedimen.
- j) Sebagian besar saluran drainase tersumbat oleh sampah dan sedimen.
- k) Saluran drainase di bawah trotoar yang tidak memiliki saluran masuk dan menyebabkan air tergenang di jalan.
- l) Gorong-gorong berisi limbah dan sedimen;
- m) Saluran drainase dibangun seenaknya.
- n) Warga yang berjualan di atas saluran drainase membuang sampah ke saluran sehingga air tidak dapat mengalir melaluinya.
- o) Pendaratan yang menutup kanal.
- p) Instansi terkait tidak bekerja sama.

2) Jaringan Air Limbah

- a) Jamban/toilet yang terhubung dengan septic tank—individu/domestik, komunal, dan infrastruktur—yang mengelola air limbah di perumahan dengan peralatan tanpa sistem yang memadai.
- b) Prasarana dan sarana pengelolaan air limbah belum memenuhi persyaratan teknis, dengan ketentuan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah di perumahan atau perumahan adalah sebagai berikut:
 - Tidak ada sambungan tangki septik untuk toilet leher angsa; atau
 - Tidak ada sistem pengolahan air limbah setempat atau khusus.

3) Jaringan Persampahan

- a) Kondisi di mana prasarana dan sarana persampahan lingkungan atau perumahan tidak memadai disebut sebagai "prasarana dan sarana persampahan yang tidak memenuhi persyaratan teknis".
 - Tempat pengumpulan sampah (TPS) atau TPS 3R (reduce, reuse, recycle) dalam skala lingkungan;
 - Gerobak sampah dan/atau truk sampah skala lingkungan;
 - Tempat sampah dengan pemilahan sampah skala domestik atau rumah tangga dan
 - tempat pengolahan sampah terpadu (TPST) skala lingkungan.
- b) Sistem pengelolaan sampah tidak memenuhi persyaratan teknis apabila tidak dipenuhi persyaratan berikut untuk pengelolaan sampah di lingkungan atau perumahan:
 - Organisasi dan penyimpanan domestik;
 - Hubungan dengan lingkungan;
 - Transportasi hijau; dan
 - Pengolahan lingkungan.
- c) Pencemaran limbah lingkungan sekitar, termasuk sumber air bersih, tanah, dan jaringan drainase, terjadi apabila sarana pemeliharaan dan prasarana pengelolaan limbah tidak dilaksanakan dengan baik berupa:
 - Perawatan pencegahan; atau
 - Pemeliharaan rutin

4) Jaringan Gas

Kesulitan-kesulitan terkait gas bumi diuraikan dalam kajian Singkat Optimalisasi Pemanfaatan Gas Bumi di Sektor Rumah Tangga oleh Pratomo et al. 2022. Kajian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan gas bumi sebagai alternatif LPG di sektor rumah tangga bukannya tanpa kendala. Meskipun Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 19 Tahun 2008 tentang Perlindungan Konsumen Pada Kegiatan Usaha Hilir Minyak dan Gas Bumi belum sepenuhnya dilaksanakan. Fakta bahwa pipa gas bumi tidak sepenuhnya aman dan sehat serta pipa yang mengalirkan gas bumi ke pelanggan rentan terhadap kebocoran yang merugikan pelanggan adalah salah satu masalahnya. Seperti yang terjadi di Perumnas I, Kelurahan Jakapermai, Kota Bekasi, pipa gas bumi yang terhubung langsung ke rumah warga putus dan terbakar. Infrastruktur adalah penghalang lain untuk penggunaan gas alam di rumah, selain kebocoran.

Sebelum dapat digunakan, infrastruktur distribusi gas perlu dikembangkan. Meskipun energi gas alam tersedia di beberapa wilayah Indonesia, belum banyak kemajuan yang dicapai dalam pembangunan infrastruktur. Biaya penjualan gas bumi ke pelanggan perumahan adalah masalah lain yang kemudian mengemuka. Harga jual gas bumi harus lebih

terjangkau dari LPG dan harus akurat agar tidak membebani konsumen. Wajar saja, pemerintah harus mengatur harga gas alam.

5) Jaringan Telepon

Nugroho Jati Andung Menggunakan Metode FTA dan FMEA Andung menghasilkan mode kegagalan dan hasil kontrol sebagai berikut:

- a) Kabel primer putus;
 - mengganti rambu peringatan di area quarry Telkom;
 - menginformasikan jalur jaringan Telkom
- b) Kabel sekunder putus;
 - mengganti rambu peringatan di area quarry Telkom;
 - menginformasikan jalur jaringan Telkom
- c) wiring housing korslet;
ganti insulasi yang baik pada sambungan kabel RK;
melakukan pengecekan rutin
- d) Titik distribusi pendek;
 - mengganti insulasi yang baik pada sambungan kabel DP;
 - lakukan pengecekan rutin
- e) Jatuhkan kabel 1x2 hingga putus;
- f) memasang kawat baja

6) Jaringan Air Bersih

Kemampuan asimilasi/dekomposisi sampah, pemerintah juga telah menetapkan besaran baku mutu air yang harus dipenuhi. Acuan standar dan baku mutu tersebut sebagaimana Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air memuat baku mutu dan baku mutu tersebut.

- a) Masyarakat tidak dapat memperoleh air minum yang sehat karena kurangnya akses air bersih yang sesuai dengan ketentuan.
- b) Tidak terpenuhinya kebutuhan air minum setiap orang pada kondisi dimana kebutuhan air minum masyarakat di lingkungan atau perumahan tidak mencapai minimal 60 liter per orang per hari.

7) Jaringan Listrik

Masalah gangguan jaringan distribusi energi listrik, dimana kerugian energi teknis dan non teknis termasuk dalam pengertian gangguan jaringan distribusi. Perbedaan besar antara daya pelanggan dan daya yang disuplai oleh gardu menunjukkan hal ini. Rusaknya peralatan yang digunakan untuk menyalurkan tenaga listrik inilah yang menyebabkan rusaknya jaringan penyaluran tenaga listrik. Kerusakan peralatan distribusi juga dapat disebabkan oleh gangguan alam, gangguan hewan, gangguan manusia, gangguan penggunaan material, atau kesalahan dalam pemasangan jaringan distribusi. Jaringan distribusi akan rusak akibat gangguan jaringan, sehingga diperlukan pemadaman kebakaran, dan berikut penyebab gangguan jaringan:

- 1) Layang-layang dan spanduk;
- 2) Pekerjaan pihak atau hewan lain;
- 3) Pohon;
- 4) Tiang;
- 5) Bencana alam;
- 6) Komponen JTM;
- 7) Peralatan JTM;
- 8) Trafo

Pertumbuhan penduduk yang tinggi berdampak pada tingginya kebutuhan infrastruktur; jika keseimbangan antara keduanya tercapai, infrastruktur ini dapat memfasilitasi aktivitas masyarakat. agar infrastruktur permukiman yang layak, sehat, dan tahan lama dapat terwujud di masa yang akan datang. Selain itu, kebijakan dan pertimbangan yang mengacu pada standar teknis yang ditetapkan harus diperhatikan dalam pembangunan infrastruktur. Selain itu, infrastruktur disediakan untuk mempercepat tersedianya infrastruktur yang memadai dan tahan lama, mendukung pelaksanaan pembangunan, serta meningkatkan daya saing Indonesia dalam persaingan global. Salah satu contoh infrastruktur yang baik di permukiman terdapat pada jalan raya, dimana bangunan pendukung mengalirkan air agar badan jalan tetap kering dan tidak mengganggu pengguna jalan. Salah satu prasyarat teknis infrastruktur jalan adalah drainase. Saluran terbuka yang memungkinkan air mengalir ke saluran keluar biasanya adalah drainase jalan. Pola distribusi aliran seperti jalan tol ke outlet memudahkan air permukaan mengalir. Jalan dan drainase tidak dapat dipisahkan. Drainase sangat penting. Ketinggian air harus jauh lebih rendah dari permukaan jalan. Kekuatan tanah dasar atau subgrade dipengaruhi oleh ketinggian air karena kandungan air yang meningkat. Perkerasan secara keseluruhan dapat menjadi lebih lemah dengan meningkatnya kadar air. Akibatnya jalan menjadi rapuh dan rentan terhadap kerusakan. Muka air tertinggi di jalan tidak akan banjir jika ada drainase yang memadai (Binamarga.go.id). 2018).

Pengolahan air limbah adalah contoh berikutnya, di mana skala pemukiman dapat menangani air limbah dari dapur, kamar mandi, dan kamar mandi. Dari kolam kontrol, air limbah dialirkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Sistem sanitasi perpipaan sangat bergantung pada badan kontrol. Tangki kontrol adalah tempat aliran air limbah dalam pipa dipantau. Sampah dari rumah bisa diangkat keluar rumah agar tidak masuk ke saluran air dan menyumbat aliran.

Untuk membawa kualitas limbah ke tingkat yang aman untuk dibuang ke saluran drainase atau badan air terdekat, air limbah yang telah disimpan selama beberapa hari di IPAL akan mengalami dekomposisi biologis. Air limbah

dibuang di lubang, septic tank, atau sumur resapan oleh sistem lokal. saat bekerja dengan limbah. Selain itu, sistem pengolahan air limbah domestik yang dilakukan secara individual atau komunal dengan fasilitas dan layanan dari satu atau lebih bangunan yang pengelolaannya diselesaikan secara lokal atau di lokasi sumber rata-rata digunakan untuk pengelolaan air limbah di kawasan pemukiman.

INFRASTRUKTUR PERMUKIMAN BERKERLANJUTAN & PEMBANGUNAN BERKERLANJUTAN

A. Pembangunan berkelanjutan

Terdapat dua definisi pembangunan berkelanjutan, sebagaimana dikemukakan oleh Suparmoko Muhammad, 2020 dalam penelitiannya yang berjudul "Konsep Pembangunan Berkelanjutan dalam Perencanaan Pembangunan Nasional dan Daerah". yaitu pembangunan berkelanjutan dalam arti kuat (didefinisikan sebagai kuat) dan berkelanjutan dalam arti lemah (didefinisikan sebagai lemah); pembangunan berkelanjutan dalam arti kuat membutuhkan nilai dari semua modal pembangunan; yaitu nilai modal manusia, nilai ekosistem sebagai modal alam, dan nilai modal buatan manusia yang tidak berubah atau tetap konstan.

Sebaliknya, pembangunan berkelanjutan memungkinkan untuk beralih di antara ketiga jenis modal pembangunan dengan cara yang halus; terutama jika peningkatan nilai modal manusia dan modal buatan manusia dapat menggantikan nilai modal alam yang lebih rendah. Misalnya, diinginkan peningkatan nilai modal manusia dan/atau modal buatan yang dibiayai dengan memanfaatkan modal alam yang diambil dari alam di daerah yang bersangkutan, dalam hal terjadi penurunan jumlah modal alam. seperti minyak dan batu bara, yang selalu dieksploitasi atau diambil dari planet kita. Istilah pembangunan berkelanjutan yang "lunak" atau "lemah" lebih mudah diterima oleh para ekonomi.

Selain itu, Susiana Sali mengungkapkan dalam bukunya Pembangunan Berkelanjutan tahun 2015 bahwa formulasi dan definisi pembangunan berkelanjutan Komisi Brundtland menandai awal dari konsep pembangunan berkelanjutan. "Memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan memenuhi kebutuhan generasi mendatang" adalah prinsip pembangunan berkelanjutan. Cara penerapannya dalam kehidupan manusia terkait dengan pembangunan sebagai ide, prinsip, dan konsep. Masalah lingkungan hanyalah salah satu aspek dari pembangunan berkelanjutan. Di luar itu, pembangunan berkelanjutan mencakup tiga bidang kebijakan berikut: pertumbuhan ekonomi, kemajuan sosial, dan perlindungan lingkungan, khususnya hubungan antara aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan dalam konteks pembangunan berkelanjutan seperti yang dilakukan oleh bisnis

Indonesia. Hubungan mereka dengan pemerintah juga terkait dengan praktik pembangunan berkelanjutan.

Administrasi dan organisasi kota yang berkelanjutan sangat penting untuk pembangunan kota yang berkelanjutan. Struktur sosial yang berkelanjutan dan administrasi perkotaan diperlukan untuk pembangunan berkelanjutan. Administrasi persampahan kota harus diberikan kepada masyarakat perkotaan untuk pembangunan berkelanjutan di kota.

Kondisi

Pembangunan berkelanjutan melibatkan berbagai ukuran atau indikator untuk masing-masing dimensi ekonomi, sosial, dan lingkungan. Menurut Poveda dan Lipsett (2011) dan Novita Erlinda (2016), keberhasilan implementasi pembangunan berkelanjutan memerlukan konvergensi kriteria, definisi, dan pengukuran. Melanjutkan topik ini, berbagai upaya telah dilakukan untuk mencapai pembangunan berkelanjutan selama tiga dekade terakhir. Namun, mempertimbangkan banyak aspek yang mewakili langkah atau indikator keberlanjutan secara bersamaan diperlukan karena sifat multidimensi keberlanjutan (Shmelev dan Labajos, 2009; Cinelli et al., 2014).

Masalah

Pada abad ke-20, peran lingkungan dalam pembangunan ekonomi dan sosial menjadi subyek dari dua revolusi. Paradigma bahwa terdapat konflik antara konsep pertumbuhan dan konservasi sumber daya alam dan lingkungan muncul pada revolusi pertama (1), yang terjadi antara tahun 1960-an dan 1970-an. Menurut Meadows, Donella, dan Meadows, Nancy, 1972, setiap pembangunan yang ditujukan untuk meningkatkan kesejahteraan rakyat selalu dibarengi dengan eksploitasi sumber daya alam dan kerusakan lingkungan. Meadows and Meadows dari Grup Roma menulis sebuah buku berjudul "Limits to Growth." Menurut buku tersebut, dunia akan runtuh dalam satu abad jika masyarakat tidak mengurangi konsumsi saat itu. Hal ini disebabkan oleh habisnya sumber daya alam, tingkat polusi yang tinggi, dan kerusakan lingkungan yang parah. Pada pertemuan negara-negara di Norwegia pada tahun 1987, yang dipimpin oleh Perdana Menteri Norwegia Gro Harlem Brundtland, muncul gagasan pembangunan berkelanjutan, yang didefinisikan sebagai pembangunan untuk saat ini yang tidak memerlukan konsesi untuk generasi yang akan datang. Seolah-olah telah terjadi revolusi kedua (dua) di bidang pembangunan nasional pada saat itu. Revolusi ini menegaskan bahwa pembangunan ekonomi tidak semata-mata merusak lingkungan; sebaliknya, pembangunan ekonomi dan pembangunan lingkungan dapat bekerja sama untuk mencapai kemakmuran sejati. Suatu

negara akan dapat menjaga kelestarian lingkungannya dan menghindari kerusakan lingkungan sebagai akibat dari pertumbuhan ekonomi yang akan berdampak pada peningkatan pendapatan nasional; Sebaliknya, kondisi lingkungan yang baik akan mendukung atau menopang manusia dan makhluk hidup lainnya daripada menghabiskan dana pembangunan. Warford dan Pearce, 1993).

Perlu pembangunan berkelanjutan

Menurut Fauzi (2004) dalam Veronica, dkk. (2022), setidaknya ada tiga alasan utama mengapa pembangunan ekonomi harus berkelanjutan dari perspektif ekonomi. Generasi Kenikmatan barang dan jasa saat ini yang berasal dari sumber daya alam dan lingkungan membuatnya secara moral perlu untuk mengakui bahwa sumber daya alam ini tersedia untuk generasi berikutnya. Yang pertama memiliki pembenaran moral. Salah satu kewajiban moral seseorang adalah tidak menggunakan sumber daya alam yang dapat merusak lingkungan dan mempersulit generasi mendatang untuk menggunakan jasa yang sama.

Kedua, keanekaragaman hayati memiliki nilai ekologis yang tinggi karena alasan ekologis, dan kegiatan ekonomi tidak boleh hanya fokus pada eksploitasi sumber daya alam dan lingkungan, yang dalam jangka panjang akan merusak fungsi ekologis.

Ketiga, alasan finansial. Sebagaimana diketahui bahwa dimensi ekonomi dari keberlanjutan itu sendiri cukup kompleks, maka aspek keberlanjutan dari perspektif ekonomi seringkali terbatas pada pengukuran kesejahteraan antar generasi (*intergenerational welfare maximization*). Akibatnya, tidak diketahui apakah aktivitas ekonomi memenuhi kriteria keberlanjutan.

Pilar Pembangunan Berkelanjutan

Tiga pilar pembangunan berkelanjutan ekonomi, keberlanjutan sosial, dan kelestarian lingkungan harus berkembang secara seimbang. Jika tidak, pembangunan akan terjebak pada model pembangunan konvensional yang hanya menekankan pada pertumbuhan ekonomi dan mengabaikan pembangunan sosial dan lingkungan. Distribusi hasil pembangunan menjadi sangat seimbang akibat pembangunan konvensional, dengan 80% penduduk dunia yang hidup di negara maju menguasai 80% pendapatan dunia dan 80% hidup di negara berkembang hanya menguasai 20%. Kondisi sosial (kesehatan, pendidikan, dan kemiskinan) serta berkurangnya cadangan sumber daya alam (energi bahan bakar fosil dan batu bara tak terbarukan) dan memburuknya kualitas lingkungan akibat pencemaran udara, air, sungai, dan danau serta kelangkaan air menghambat atau membatasi konvensional

perkembangan. di berbagai lokasi di seluruh Indonesia, maupun di negara berkembang dan negara maju lainnya, pada musim kemarau dan banjir pada musim hujan. Salahudin dan Hidayat Putra, 2021). Berikut persyaratan mendasar untuk pembangunan berkelanjutan (Suweda, 2011 dalam Putra, P.R., et al., 2021):

- 1) Kelestarian lingkungan, atau keadaan dimana sumber daya alam kita terjaga dan mampu mempertahankan diri untuk memenuhi kebutuhan saat ini dan masa depan
- 2) Keberlanjutan ekonomi adalah kemampuan berbagai sektor ekonomi pada tingkat tertentu untuk mempertahankan keseimbangan sepanjang waktu dan terus memproduksi barang dan jasa;
- 3) Keberlanjutan sosial budaya, khususnya kondisi yang meminimalkan kondisi yang dapat menimbulkan diskriminasi, penelantaran, dan kekerasan serta mengutamakan pemerataan, keadilan, dan kearifan lokal.

Upaya Pembangunan Berkelanjutan

Pembangunan berkelanjutan adalah upaya yang terencana untuk meningkatkan kualitas kehidupan dengan memanfaatkan dan mengelola sumber daya secara bijaksana. Dalam Veronica, et al. (2022), Sutamihardja (2004) menyatakan bahwa tujuan pembangunan berkelanjutan meliputi upaya untuk:

- a. Pembangunan menghasilkan pemerataan lintas generasi, yang berarti bahwa penggunaan sumber daya alam untuk pertumbuhan harus diarahkan pada penggunaan sumber daya alam yang dapat diganti dan penggunaan sumber daya yang tidak dapat diganti. sumber daya alam sesedikit mungkin.
- b. Menjamin taraf hidup yang tinggi bagi generasi mendatang, menjamin kelestarian sumber daya alam dan lingkungan yang ada serta pencegahan perubahan ekosistem.
- c. Pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya alam semata-mata untuk kepentingan pertumbuhan ekonomi guna menjamin pemerataan pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan dan berkeadilan antar generasi. Melindungi kesejahteraan manusia secara berkelanjutan sekarang dan di masa depan.
- d. Menjaga manfaat lingkungan dan sumber daya alam yang mempunyai pengaruh jangka panjang atau berkelanjutan bagi generasi yang akan datang dari pengembangan atau pengelolaannya.

- e. Menjaga atau memelihara kualitas hidup manusia agar generasi mendatang hidup selaras dengan lingkungannya.

Dalam bukunya *Perumahan dan Permukiman Berkelanjutan*, Tjuk Kuswartojo dkk. (2005; 17) bahwa "upaya untuk meningkatkan kualitas hidup manusia sebagai individu dan sebagai masyarakat secara terus menerus dan berkelanjutan" adalah definisi dari pembangunan berkelanjutan. Dimana ketersediaan sumber daya yang harus dikelola, dimanfaatkan, dan dialokasikan dengan bijak sangat diperlukan untuk perumusan kualitas hidup.

Aset, atau kekayaan, adalah sumber daya yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas hidup seseorang. Menurut bukunya, ada empat jenis sumber daya: sumber daya manusia, sumber daya sosial, sumber daya alam, dan sumber daya buatan. Selain itu, dana (uang) sering dianggap sebagai sumber daya dalam dan dari diri mereka sendiri. Untuk membantu penelitian Rama menuju pembangunan berkelanjutan, dkk. (2021) bahwa ada beberapa dimensi tambahan, salah satunya adalah dimensi infrastruktur, yang bertanggung jawab untuk mendukung sistem sosial ekonomi yang rumit (Grigg, 1988).

B. Kota berkelanjutan

Kota berkelanjutan adalah kota di mana pembangunan sosial, ekonomi, dan fisik berlangsung dalam jangka waktu yang lama, seperti yang didefinisikan oleh *United Nations Habitat* (Wulfram I., 2018). Hal ini menunjukkan bahwa pembangunan kota berkelanjutan memperhatikan daya dukung, kapasitas, dan keberlanjutan untuk menjamin pasokan sumber daya alam yang berkelanjutan.

Indeks Kota Berkelanjutan (IKB), berdasarkan tipologi perkotaan Indonesia dan mencakup enam aspek, dirilis pada tahun 2011 oleh Kementerian Percepatan Pembangunan Nasional/Bappenas di tingkat nasional. Aspek-aspek tersebut adalah sebagai berikut: sistem pelayanan sosial-budaya, ekonomi, lingkungan, dan perkotaan dari pemerintahan negara-kota. Munculnya gagasan pembangunan kota berkelanjutan yang dikemukakan Hermawan et al. menjelaskan Laporan Brundtland yang merupakan laporan tahun 1987 oleh World Commission on Environment and Development (WCED) di PBB yang diterbitkan menjadi dasar penelitian tahun 2019 berjudul *Evaluation of the Sustainability of Public Transport Accessibility in the City of Sukabumi*. Brundtland terkenal sebagai tempat lahirnya konsep pembangunan berkelanjutan. "Memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan memenuhi kebutuhan generasi mendatang" adalah definisi pembangunan berkelanjutan dalam laporan ini. Istilah "pembangunan berkelanjutan" telah banyak digunakan sejak laporan ini diterbitkan.

Dinyatakan dalam dokumen World Commission on Environment and Development tahun 1997 bahwa ciri-ciri kota berkelanjutan antara lain sebagai berikut:

- a) Dibangun dengan hati-hati dan mempertimbangkan aset lingkungan alam, memanfaatkan sumber daya secara efisien, dan meminimalkan dampak negatif kegiatan terhadap alam.
- b) Kota berkelanjutan memiliki tanggung jawab yang melampaui batas kota, terlepas dari seberapa besar atau kecilnya, di tingkat regional dan global.
- c) Melewati wilayah yang lebih luas, dan individu bertanggung jawab atas kota.
- d) Memerlukan distribusi aset dan dampak lingkungan yang lebih adil.
- e) Kota pengetahuan, kota bersama, dan kota dengan jaringan internasional adalah kota berkelanjutan.
- f) Berkonsentrasi pada pelestarian lingkungan, penguatan, dan prioritas masalah lingkungan dan sumber daya alam.
- g) Memiliki peluang yang lebih besar untuk meningkatkan kualitas lingkungan dalam skala lokal, regional, dan global.

C. Permukiman berkelanjutan

Permukiman menurut Parwata (2004) adalah suatu lokasi permukiman manusia yang telah dipersiapkan secara matang dan jelas menunjukkan tujuan untuk memberikan kenyamanan bagi penghuninya. Menurut Maclaren (1996), permukiman ramah lingkungan memiliki tiga komponen yang digunakan sebagai indikator permukiman: fisik, ekonomi, dan sosial. Menurut kajian Ayat Matsyuri dan Jonizar (2019), "Konsep Pembangunan Permukiman Ramah Lingkungan", permukiman adalah kawasan lahan yang digunakan sebagai lingkungan permukiman atau permukiman dan tempat kegiatan yang menunjang mata pencaharian di perkotaan atau pedesaan.

Pembangunan berkelanjutan, juga dikenal sebagai pembangunan berwawasan lingkungan, adalah upaya sengaja dan terencana untuk meningkatkan kualitas hidup dengan memanfaatkan dan mengelola sumber daya secara bijaksana. Kondisi lahan harus stabil, harus tersedia sumber air bersih yang cukup, mudah dijangkau atau memiliki aksesibilitas yang baik, serta harus bebas dari banjir dan bahaya lingkungan lainnya.

Berikut aspek keberlanjutan infrastruktur di permukiman: Jaringan Air Bersih, Sanitasi Masyarakat, Pengelolaan Sampah, Kisaran Listrik, Rumah Layak Huni, Transportasi Massal, Pejalan Kaki, Sarana Evakuasi Bencana, dan Air Bersih Program PPIP Kabupaten Bantul, Penataran Tamansari Bandung daerah sepanjang bantaran sungai Cikapundung, penggunaan air daur ulang di

Eropa, perubahan penggunaan lahan di Hamburg, Jerman, dan Urine Diversion Dry Toilets (UDDT) di Afrika adalah contoh-contoh pemukiman berkelanjutan yang diterapkan di berbagai daerah.

D. SDG's dalam Infrastruktur Permukiman

Salah satu program global untuk mengoptimalkan seluruh potensi dan sumber daya dalam jangka panjang disetiap Negara yang biasa disebut dengan SDG's (*Sustainable Development Goals*). SDGs memiliki 17 tujuan atau goals yang harus dicapai, diantaranya terdapat empat tujuan dalam infrastruktur kawasan permukiman yang berkelanjutan diantaranya terdapat pada goal's 6, 7, 9 dan 11 diantaranya yaitu:

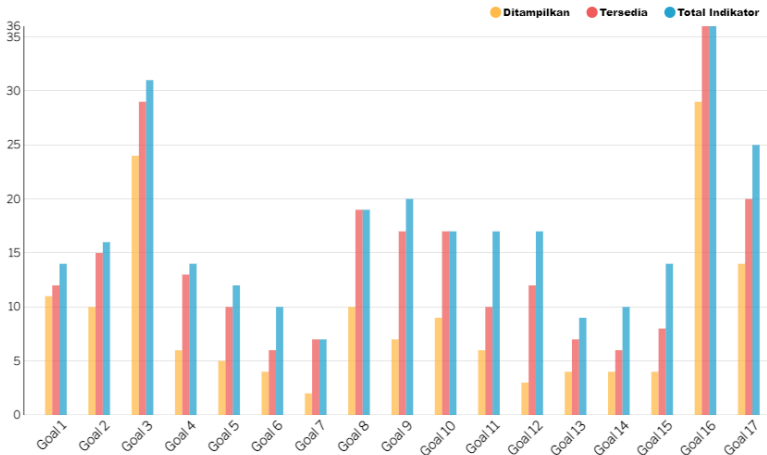
Salah satu inisiatif global untuk memaksimalkan potensi dan sumber daya setiap negara secara jangka panjang, yang dikenal dengan Sustainable Development Goals (SDGs). Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs) memiliki 17 tujuan yang harus dipenuhi, di antaranya empat tujuan terkait infrastruktur kawasan permukiman berkelanjutan diantaranya pada goal's 6,7,9 dan 11 diantaranya yaitu:

- Menjadikan kota dan pemukiman yang adil, merata, aman, tangguh, dan berkelanjutan (11) 1)
- Mengembangkan infrastruktur yang berkualitas, andal, berkelanjutan, dan tangguh, termasuk infrastruktur regional dan lintas batas, untuk mendukung pembangunan ekonomi dan kesejahteraan manusia, dengan penekanan pada akses yang terjangkau dan merata untuk semua.
- Menjamin akses ke energi yang terjangkau, andal, berkelanjutan, dan modern (7)
- Menjamin ketersediaan air dan sanitasi (6)
- Menjamin pengelolaan sumber daya ini secara berkelanjutan.



Gambar 3 Sustainable Development Goals (SDG's)
 Sumber: SDG's

Gambar 4 Grafik status ketersediaan data setiap indikator SDGs berdasarkan tujuan dan pilar pembangunan



Sumber: SDG's Bapennas

Target SDG's terkait infrastruktur

- 1) Mengembangkan infrastruktur yang berkualitas, andal, berkelanjutan, dan tangguh, termasuk infrastruktur regional dan lintas batas, untuk mendukung pembangunan ekonomi dan kesejahteraan manusia, dengan penekanan pada akses yang terjangkau dan merata untuk semua. Menjamin akses ke energi yang terjangkau, andal, berkelanjutan, dan modern
- 2) Mendorong industrialisasi yang inklusif dan berjangka panjang, dan pada tahun 2030, sesuai dengan keadaan nasional, secara signifikan meningkatkan dan menggandakan pangsa lapangan kerja dan PDB industri di negara-negara kurang berkembang.
- 3) Meningkatkan aksesibilitas layanan keuangan, termasuk kredit yang terjangkau, untuk usaha kecil dan industri, khususnya di negara berkembang, dan mengintegrasikannya ke dalam rantai nilai dan pasar
- 4) Meningkatkan infrastruktur dan retrofit industri agar berkelanjutan pada tahun 2030, memanfaatkan sumber daya dengan lebih baik dan menerapkan teknologi dan proses industri yang bersih dan ramah lingkungan sesuai dengan kemampuan masing-masing negara.
- 5) Pada tahun 2030, mendorong inovasi, secara signifikan meningkatkan jumlah pekerja penelitian dan pengembangan per satu juta orang, dan meningkatkan pengeluaran publik dan swasta untuk penelitian dan pengembangan, memperkuat penelitian ilmiah, dan meningkatkan kemampuan teknologi sektor industri di semua negara, khususnya negara berkembang.
 - Meningkatkan bantuan keuangan, teknologi, dan teknis kepada negara-negara berkembang di Afrika, kurang berkembang, terkurung daratan, dan kepulauan kecil untuk memfasilitasi pembangunan infrastruktur yang tahan lama dan tangguh di negara-negara tersebut.
 - Membantu negara-negara berkembang mengembangkan teknologi, penelitian, dan inovasi mereka sendiri dengan, antara lain, memastikan lingkungan kebijakan mendukung diversifikasi industri dan meningkatkan nilai komoditas
 - Bekerja untuk menyediakan akses Internet gratis dan universal ke negara-negara kurang berkembang pada tahun 2020 dan secara signifikan memperluas akses ke teknologi informasi dan komunikasi.

Tabel 1 Sustainable Development Goals pada Akses Air Bersih dan Sanitasi

Kode Indikator	Indikator	Satuan	Realisasi Pencapaian Tahun 2022
Target 6.1. Pada tahun 2030, mencapai akses universal dan merata terhadap air minum yang aman dan terjangkau bagi semua			
6.1.1	Persentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap layanan sumber air minum layak	%	92,92
6.1.2	Pengelolaan Air Curah pada SPAM Regional	Liter/Detik	101,29
6.1.3	Penambahan Kapasitas Air Baku	Liter/Detik	15,00
Target 6.2. Pada tahun 2030, mencapai akses terhadap sanitasi dan kebersihan yang memadai dan merata bagi semua, dan menghentikan praktik buang air besar di tempat terbuka, memberikan perhatian khusus pada kebutuhan kaum perempuan, serta kelompok masyarakat rentan			
6.2.1	Jumlah Desa / Kelurahan yang Melaksanakan Sanitasi Total Berbasis Masyarakat	Desa	236,00
6.2.2	Persentase rumah tangga yang memiliki akses terhadap layanan sanitasi layak	Sambungan Rumah	26.050,00
6.2.3	Jumlah kabupaten/kota yang terbangun infrastruktur air limbah dengan sistem terpusat skala kota, kawasan, dan komunal	Unit	5,00
Target 6.3. Pada tahun 2030, meningkatkan kualitas air dengan mengurangi polusi, menghilangkan pembuangan, dan meminimalkan pelepasan material dan bahan kimia berbahaya, mengurangi setengah proporsi air limbah yang tidak diolah, dan secara signifikan meningkatkan daur ulang, serta penggunaan kembali barang daur ulang yang aman secara global			
6.3.1	Kualitas air sungai sebagai air baku/Indeks Kualitas Air Sungai	Indeks	31,75
Target 6.4. Pada tahun 2030, secara signifikan meningkatkan efisiensi penggunaan air di semua sektro, dan menjamin penggunaan dan pasokan air tawar yang berkelanjutan untuk mengatasi kelangkaan air,			

Kode Indikator	Indikator	Satuan	Realisasi Pencapaian Tahun 2022
dan secara signifikan mengurangi jumlah orang yang menderita akibat kelangkaan air			
6.4.1	Kesesuaian Izin Pengusahaan Air Tanah dan Pertambangan Terhadap Rencana Tata Ruang	%	100,00
Target 6.5. Pada tahun 2030, menerapkan pengelolaan sumber daya air terpadu di semua tingkatan, termasuk melalui kerjasama lintas batas yang tepat.			
6.5.1	Jumlah Kelompok Masyarakat Sekitar Sungai yang Berpartisipasi dalam Pengelolaan Sungai	Kelompok	104,00

Sumber: <http://bappeda.jogjaprov.go.id/Dataku>

KEBUTUHAN PENANGANAN INFRASTRUKTUR YANG BERKELANJUTAN

Konsep berkelanjutan kota telah berkembang kepada kesepakatan bahwa keberlanjutan berdimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi (Rogers et al., 2008; Gidding et al., 2002; Elliot, 2006). Ketiga elemen ini kemudian dikenal sebagai "Three E's" yaitu *environment*, *economy*, dan *equity* (Wheeler, 2008). Kota membutuhkan ketersediaan infrastruktur yang tepat dan terpadu untuk meningkatkan produktifitas sektor ekonomi tersebut. Dampak pertumbuhan sektor ekonomi di perkotaan:

1. Terjadinya peningkatan populasi
2. Permukiman kumuh dan liar meningkat
3. Masalah lingkungan dan sosial meningkat

Masalah lingkungan dan sosial ini akan menghambat produktifitas sektor ekonomi. Untuk meningkatkan produktivitas perkotaan secara berkelanjutan, perencanaan pembangunan infrastruktur yang terintegrasi sangat penting. Lingkungan (*ecology*), ekonomi (*economy*), keadilan (atau ekuitas), dan *livability* adalah dimensi keberlanjutan. Empat aspek keberlanjutan pembangunan permukiman dapat diringkas sebagai berikut

- a) Keberlanjutan ekonomi: tetap terjadinya produksi barang dan jasa yang menghasilkan pertumbuhan ekonomi kota yang mampu menyediakan lapangan pekerjaan dan pendapatan yang dibutuhkan masyarakatnya untuk menjalankan kehidupannya sejalan dengan perkembangan tingkat hidupnya
- b) Keberlanjutan ekologi: tetap terjaganya daya dukung lingkungan (*carryingcapacity*) dan ketahanan (*resilience*) lingkungan kota
- c) Keberlanjutan ekuitas: tetap adanya keadilan atau kesetaraan sosial dalam berbagai aspek (ruang, lingkungan, aksesibilitas, partisipasi), inklusi sosial untuk seluruh keragaman sosial penduduk
- d) Keberlanjutan *livability*: tetap tersedianya lingkungan yang nyaman dan cocok dan fasilitas publik untuk tinggal dan kerja, bersosial budaya, ketersediaan infrastruktur dan fasilitas publik

Infrastruktur dalam sebuah sistem adalah bagian-bagian berupa sarana dan prasarana (jaringan) yang tidak terpisahkan satu sama lain. Infrastruktur sendiri dalam sebuah sistem menopang sistem sosial dan sistem ekonomi sekaligus

menjadi penghubung dengan sistem lingkungan. Ketersediaan infrastruktur memberikan dampak terhadap sistem sosial dan sistem ekonomi yang ada di masyarakat. Oleh karenanya, infrastruktur perlu dipahami sebagai dasar-dasar dalam mengambil kebijakan (Kodoatie, 2005).

Pada dasarnya pengembangan pada sebuah kota tidak terlepas dari pembangunan-pembangunan yang telah direncanakan sebelumnya dengan memprediksi penggunaan pada infrastruktur untuk kedepannya, oleh karena itu pembangunan infrastruktur dalam sebuah sistem menjadi penopang kegiatan-kegiatan yang ada dalam suatu ruang. Infrastruktur merupakan wadah sekaligus katalisator dalam sebuah pembangunan. Ketersediaan infrastruktur meningkatkan akses masyarakat terhadap sumberdaya sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas yang menuju pada perkembangan ekonomi suatu kawasan atau wilayah.

Infrastruktur yang tersedia sangat berpengaruh terhadap aktivitas-aktivitas kota dalam kebutuhan pengembangan kota yang berkelanjutan. Infrastruktur ini berupa infrastruktur sarana dan prasarana yang terdiri dari jaringan jalan, transportasi umum, sistem air bersih, sistem air limbah, manajemen persampahan, jaringan drainase dan pencegahan banjir, instalasi listrik, gas, dan telepon.

ELEMEN INFRASTRUKTUR

Menurut penelitian yang dilakukan oleh I Putu Sanjaya (2018), infrastruktur merupakan komponen fundamental kota yang meliputi bangunan utama kegiatan dan bangunan penunjang. Sistem fisik yang menyediakan transportasi, air, bangunan, dan fasilitas publik lainnya yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan ekonomi dan sosial kebutuhan dasar manusia disebut sebagai infrastruktur. Kata infrastruktur sering juga disebut dengan prasarana dan utilitas.

Infrastruktur Berkelanjutan:

Pembangunan yang menitikberatkan pada semua aspek, dari hulu sampai hilir, yang berdampak pada dampak infrastruktur pembangunan adalah infrastruktur yang berkelanjutan. Akibatnya, aspek ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan masyarakat harus menjadi pertimbangan dalam membangun infrastruktur. Ide tersebut juga berlaku untuk sistem infrastruktur seperti infrastruktur jalan, telekomunikasi, pembangkit listrik, dan lain-lain yang dibangun sesuai dengan prinsip-prinsip keberlanjutan. Dengan konsep pembangunan berkelanjutan, aspek infrastruktur ekonomi, sosial, budaya dan lingkungan tidak lagi terabaikan

A. Jaringan Jalan

Struktur utama prasarana yang perlu diperhatikan dalam pembentuk sebuah perumahan maupun kawasan permukiman yaitu jalan. Jalan pada permukiman umumnya sangat penting dalam mengintegrasikan suatu wilayah maka dibutuhkan akses yang lengkap dalam menunjang perkembangan wilayah tersebut (Hidayat & Samara, 2018). Selain itu didalam buku Agus S Sadana yang berjudul "*Perencanaan Kawasan Permukiman*" hlm-48 mengatakan bahwa jaringan jalan berfungsi dalam mempermudah pergerakan manusia dan kendaraan, dengan akses untuk penyelamatan dalam keadaan darurat. Maka dari itu jalan merupakan salah satu akses dalam mempermudah pergerakan manusia sehingga dapat mengembangkan wilayahnya. Dalam memenuhi kebutuhan pada saat ini maupun mendatang jalan merupakan salah satu bagian pembangunan yang dinyatakan pula agar direncanakan dan dilaksanakan dengan memperhatikan prinsip-prinsip berkelanjutan (PU No. 05/PRT/M/2012)

Jalan berfungsi dalam menunjang pergerakan kendaraan dan pejalan kaki, dimana perlu ditunjang angkutan umum masal untuk menghindari atau mengurangi penggunaan angkutan bermotor pribadi dalam mengatasi permasalahan lalu lintas seperti kemacetan, selain itu juga perlunya jalur

sepeda atau pangkalan parkir sepeda pada pusat transportasi yang mudah dijangkau. Secara fisik harus ramah lingkungan ,



Gambar 5 Jalan Permukiman

Sumber: Dokumentasi 2022

Di dalam PP no 34 tahun 2006 tentang jalan bahwa jalan dari permukiman terdiri dari jalan perumahan berdasarkan fungsinya dan persyaratan teknis yang dijelaskan pada pasal 11 terdapat dua jenis fungsi jalan yaitu

- Jalan lokal sekunder sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (5) menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.
- Jalan lingkungan sekunder sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (5) menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan.

Sebuah jalan dapat dikatakan sebagai jalan yang berkelanjutan jika tiap-tiap jalan terdiri dari aliran-aliran air maupun terdapat beberapa ketentuan yang telah disesuaikan dalam pembuatannya atau dapat disebut ramah lingkungan baik dari segi pemanfaatannya maupun penggunaannya, didalam buku Agus S Sadana yang berjudul "Perencanaan Kawasan Permukiman" hlm-49-50, bahwa dalam menjamin keamanan dan kenyamanan bagi penggunaannya, maka jaringan jalan harus memenuhi syarat sebagai berikut:

- Memiliki permukaan yang rata
- Memiliki trotoar untuk memisahkan sekaligus melindungi pejalan kaki dari pergerakan kendaraan
- Tersedia rambu-rambu dan petunjuk jalan yang jelas
- Memiliki sistem drainase yang baik agar permukaan jalan tidak tertutup oleh air pada saat hujan
- Memiliki lahan parkir yang cukup dan tidak mengganggu lalu lintas

- Memiliki lansekap yang baik untuk memberikan rasa nyaman

Selain itu juga dalam memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan juga harus mampu meresapkan air, seperti adanya sumur resapan di tepi jalan, agar menghindari adanya genangan di Jalan hingga banjir diakibatkan kurangnya resapan disekitar jalan.

Awet atau tidaknya suatu jalan atau dikatakan cepat rusak didasarkan oleh bahan perkerasan jalan hingga didukung oleh struktur yang baik dan enak digunakan. Menurut Thamrin H. A. (2018) didalam penelitiannya bahwa pada prinsipnya keawetan konstruksi perkerasan jalan khususnya lapis permukaan beraspal dipengaruhi oleh kondisi lapis pondasi yang kokoh dan seragam, maka dari itu keawetan struktur didukung oleh kekokohan konstruksi, pada lapis pondasi yang kokoh, yaitu lapis pondasi yang memiliki keseragaman kekakuan (stiffness) tinggi, maka campuran aspal bentuk apapun akan awet, bahkan aspal yang katagori keringpun masih cukup awet.

Maka dari penjelasan tersebut bahwa keawetan suatu jalan didukung oleh struktur yang baik serta perawatan hingga pelengkap jalan yang tersedia tidak mempermudah kerusakan pada jalan. Dengan kata lain sistem peresapan air, juga menjadi salah satu pelengkap jalan pada permukiman yang berkelanjutan, jika peresapan air tidak tersedia pada jalan maka akan menimbulkan genangan yang mempercepat kerusakan seperti terdapat lubang-lubang sehingga tidak ada kenyamanan dan keamanan bagi pengendara.

Adanya genangan air di dasar jalan dapat mengganggu pengendara dan meningkatkan kemungkinan terjadinya tabrakan karena cipratan air dan semprotan pandangan pandangan pengendara. Ketika air memasuki struktur jalan, perkerasan dan tanah dasar melemah, membuat konstruksi jalan lebih rentan terhadap kerusakan lalu lintas serta bahu jalan, lereng, kanal, dan bagian jalan lainnya rusak oleh air (Suripin, 2004, hlm. 266).

Berdasarkan dasar-dasar perencanaan drainase, 2005 Dalam struktur perkerasan jalan, baik perkerasan lentur maupun perkerasan kaku, berpedoman pada dasar-dasar perencanaan drainase. Tanah dasar umumnya dipadatkan pada kadar air yang optimal untuk melindunginya dan memungkinkannya memikul beban (jalan dan perkerasan lalu lintas) dalam batas desain. Yang dimaksudkan dengan kadar air optimum disini adalah kadar air pada kepadatan kering maksimum yang diperoleh bilamana tanah dipadatkan sesuai dengan SNI 03-1742-1989. Dengan demikian, fungsi drainase jalan memiliki 2 (dua) cakupan:

- a. Memperkecil kemungkinan menurunnya daya dukung subgrade karena kadar airnya naik melebihi kadar air optimum sebagai akibat dari merembesnya air hujan ke dalam subgrade melalui pori-pori perkerasan jalan atau yang berasal dari air tanah yang naik ke permukaan;

- b. Memperkecil kemungkinan rusaknya perkerasan jalan sebagai akibat terendahnya perkerasan jalan oleh genangan air hujan.

Selain itu juga jalan harus digunakan sesuai dengan kelas jalan, hal ini agar kendaraan diberikan batasan beban (tonase) yang diperbolehkan, serta kendaraan dengan berbagai jenis muatannya mengendarai sesuai kelas jalan dengan memberikan petunjuk batas beban dengan tujuan kualitasnya terjaga. Menurut temuan Pandey dan Lalamentik (2014), pengguna jalan yang melanggar batas Beban Poros Terberat (MST) berdasarkan klasifikasi jalan dan kelas jalan berdampak signifikan terhadap daya tahan infrastruktur jalan daerah. Infrastruktur jalan akan gagal dan memiliki umur layanan yang lebih pendek jika beban lalu lintas tidak sesuai dengan klasifikasi dan kelas jalan.

Tabel 2 Klasifikasi jalan perumahan

Hierarki Jalan Perumahan	Dimensi dari Elemen-elemen Jalan				Dimensi pada Daerah Jalan			GSB Min. (m)	Ket.
	Perkerasan (m)	Bahu Jalan (m)	Pedestrian (m)	Trotoar(m)	Damaja (m)	Damija (m)	Dawasja Min. (m)		
Lokal Sekunder I	3.0-7.0 (mobil-motor)	1.5-2.0 (darurat parkir)	1.5 (pejalan kaki, vegetasi, penyanggung cacat roda)	0.5	10.0-12.0	13.0	4.0	10.5	---
Lokal Sekunder II	3.0-6.0 (mobil-motor)	1.0-1.5 (darurat parkir)	1.5 (pejalan kaki, vegetasi, penyanggung cacat roda)	0.5	10.0-12.0	12.0	4.0	10.0	---
Lokal Sekunder III	3.0 (mobil-motor)	0.5 (darurat parkir)	1.2 (pejalan kaki, vegetasi, penyanggung cacat roda)	0.5	8.0	8.0	3.0	7.0	Khusus pejalan kaki
Lingkungan I	1.5-2.0 (pejalan kaki, penjual dorong)	0.5	---	0.5	3.5-4.0	4.0	2.0	4.0	Khusus pejalan kaki

Hierarki Jalan Perumahan	Dimensi dari Elemen-elemen Jalan				Dimensi pada Daerah Jalan			GSB Min. (m)	Ket.
	Perkerasan (m)	Bahu Jalan (m)	Pedestrian (m)	Trotoar(m)	Damaja (m)	Damija (m)	Dawasja Min. (m)		
Lingkungan II	1.2 (pejalan kaki, penjual dorong)	0.5	---	0.5	3.2	4.0	2.0	4.0	Khusus pejalan kaki

Sumber: SNI 03-1733-2004

Berdasarkan Permen Pu no 19 tahun 2011 dalam pasal 9 tentang Persyaratan Teknis Jalan Dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan Pemisah jalur digunakan untuk memisahkan arus lalu lintas searah yang berbeda kecepatan rencananya atau berbeda kecepatan operasionalnya atau berbeda peruntukan jenis kendaraan yang diizinkan beroperasinya atau berbeda kelas fungsi jalannya. Pemisah jalur dimaksud terdiri atas:

- a. marka garis tepi;
- b. jalur tepian; dan
- c. bagian bangunan pemisah jalur yang ditinggikan.

Sedangkan lebar pemisah lajur diukur sesuai dengan jarak antara sisi dalam marka garis

Tepi dan lebar jalur pemisah paling kecil ditetapkan:

- a. 1 (satu) meter untuk jalur pemisah tanpa rambu; dan
- b. 2 (dua) meter untuk jalur pemisah yang dilengkapi rambu.

Melalui fasilitas pejalan kaki, ruang terbuka hijau dan sistem transportasi ramah lingkungan dapat diintegrasikan ke dalam permukiman. Dalam kajian Tanan dan Suprayoga (2015), parameter transportasi dalam kaitannya dengan moda transportasi ramah lingkungan menunjukkan pola hubungan antara penggunaan angkutan umum, berjalan kaki, dan bersepeda, dengan kebutuhan energi per orang. Permintaan energi M_j per kapita menurun dengan meningkatnya ketergantungan pada moda transportasi tidak bermotor, yang menghasilkan biaya perjalanan yang lebih rendah sebagai persentase dari PDB. Hal ini juga dipengaruhi oleh kepadatan kota, karena penggunaan transportasi tidak bermotor cenderung meningkat di daerah padat penduduk (Rat, 2001).

Geometrik dan tipe topografi permukiman biasanya terdapat pada permukiman yang berada disekitar bantaran sungai, dimana jalan permukimannya dapat berupa tangga serta gang-gang kecil. Biasanya

perkerasan yang digunakan yaitu beton atau semen, penggunaan tangga pada permukiman padat ini biasanya dapat memudahkan bagi pejalan kaki.



Gambar 6 Jalan pada Permukiman Padat

Sumber: Dokumentasi 2022

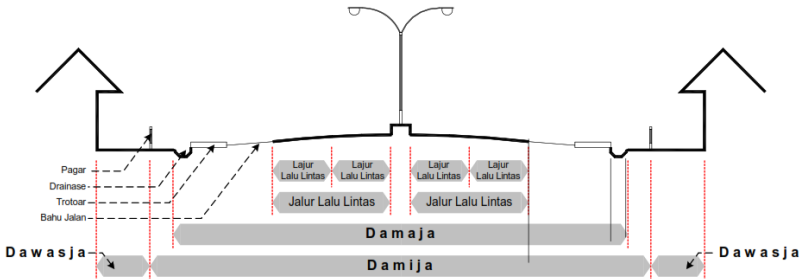
Pelengkap Jalan pada Permukiman

Saluran drainase, pelat duicker, dan dinding penahan tanah merupakan bangunan pelengkap jalan perumahan. Kanal drainase lingkungan mengatur dan mengontrol sistem aliran air hujan untuk menyalurkan kelebihan air dari suatu area ke badan air penerima, sehingga aman dan mudah untuk melewati jalan atau tikungan di medan yang curam. Prinsip-prinsip Eco drain, atau drainase yang berwawasan lingkungan, harus diikuti saat membangun saluran drainase lingkungan. Upaya mengelola kelebihan air dengan cara menyerapnya secara alami ke dalam tanah atau membiarkannya mengalir ke sungai tanpa melebihi daya tampungnya dikenal dengan drainase yang berwawasan lingkungan.

Selain bangunan pelengkap jalan juga terdapat beberapa perlengkapan jalan yang dijelaskan dalam Permen dimana Kelengkapan jalan di permukiman hingga Konektivitas jalan umum hingga tersedianya fasilitas jalan seperti halte hingga tempat pemberhentian umum, yang telah dijelaskan dalam Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006 tentang Jalan bahwa perlengkapan jalan terdiri dari perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan dan perlengkapan jalan yang tidak berkaitan langsung dengan pengguna jalan, yang terdapat dalam pasal 22 ayat (2) yaitu

Perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan" adalah bangunan atau alat yang dimaksudkan untuk keselamatan, keamanan, keterfiban, dan kelancaran lalu lintas serta kemudahan bagi pengguna jalan dalam berlalu lintas. Contoh perlengkapan jalan tersebut antara lain rambu-rambu" (termasuk nomor rute jalan), marka jalan, alat pemberi isyarat lalu lintas, lampu jalan, alat pengendali dan alat pengamanan pengguna jalan, serta fasilitas pendukung kegiatan lalu lintas dan angkutan jalan yang berada di jalan dan di luar jalan seperti tempat parkir dan halte bus.

Perlengkapan jalan yang berkaitan tidak langsung dengan pengguna jalan" adalah bangunan yang dimaksudkan untuk keselamatan penggunaan jalan, dan pengamanan aset jalan, dan informasi pengguna jalan. Contoh perlengkapan jalan tersebut antara lain patok-patok pengarah, pagar pengaman, patok kilometer, patok hektometer, patok ruang milik jalan, batas seksi, pagar jalan, fasilitas yang mempunyai fungsi sebagai sarana untuk keperluan memberikan perlengkapan dan pengamanan jalan, dan tempat istirahat.



Gambar 7 Bagian-bagian Jalan

Sumber: SNI 03-1733-2004

Perawatan dan Jenis Perkerasan Jalan Permukiman

Pelaksanaan dalam pembangunan dan perkerasan jalan lingkungan permukiman sampai perawatannya dapat dilaksanakan oleh siapa saja, baik masyarakat setempat maupun pemda. Oleh karena itu, menjadi tanggung jawab semua pihak daerah itu. Konsekuensi lain yang sering kita temukan adalah biaya lingkungan dari pembangunan dan pemeliharaan jalan. Padahal pemerintah daerah sebenarnya sudah menganggarkan untuk kebutuhan ini. Salah satu pertimbangan dalam pengembangan jaringan jalan bahwa fungsi jalan dapat ditingkatkan dengan cara pelebaran jalan, pembatas parkir pada jalan tersebut, pembatas penggunaan badan jalan

untuk keperluan yang lain, perbaikan perkerasan, dan pengaturan lalu lintas angkutan umum (Ahmad & Samara, 2018).

Pada bagian struktural, perkerasan perlindungan lingkungan dibagi menjadi *subgrade*, *subbase*, *base* dan *surface*. Didalam penelitian Ahmad & Samara, 2018 mengenai Kajian kondisi infrastruktur Jalan Lingkungan bahwa perkerasan jalan yang ramah lingkungan dapat dibedakan dengan tiga cara, yaitu:

- a. Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Aspal: Teknik ini dilakukan dengan cara mengikat aspal yang diberikan campuran aspal panas dan *hot mix*. Aspal cangkang, ESSO 2000, dan impor lainnya masih digunakan sebagai bahan dasar aspal. Aspal membentuk 60% dari total komposisi semua campuran panas. Perkerasan lentur Sebagian besar jalan di Indonesia dibangun menggunakan jalan aspal, yang terus menjadi primadona.



Gambar 8 Perkerasan jalan Aspal

Sumber: Dokumentasi 2022

Karakteristiknya serta biaya konstruksi sangat berbeda dengan jalan tanah. Kelebihan jalan aspal adalah sebagai berikut

- Lebih mulus, halus serta tidak bergelombang alhasil berkendara lebih nyaman
- Warnanya mempengaruhi psikologi pengguna jalan menjadi lebih nyaman dan teduh
- Biaya pembangunan lebih murah dibandingkan konstruksi jalan beton

- Perawatan lebih mudah yakni mengganti area rusak saja dengan baru

Sedangkan kelemahan dari perkerasan aspal diantaranya tidak dapat menahan genangan air, sehingga memerlukan drainase yang optimal pada saat banjir atau hujan badai. Akan terlihat jelas jika struktur tanahnya buruk, sehingga harus diperbaiki terlebih dahulu sebelum konstruksi jalan dibangun. Ketebalan lapisan aspal, jenis material yang digunakan, beban yang ditempatkan pada aspal, kemiringan jalan, dan sistem drainase, semuanya perlu menjadi pertimbangan agar perkerasan aspal lebih awet dan tahan lama.

- b. Perkerasan Jalan Kaku Menggunakan Beton: Perkerasan kaku pada dasarnya menggunakan bahan beton semen sebagai pondasi dan lapisan pondasi bawah atau bisa juga berada di atas tanah dasar. ini harus mengetahui kapasitas structure yang akan menahan beban..



Gambar 9 Perkerasan Jalan Beton

Sumber: Dokumentasi 2022

Adapun kekurangan dalam menggunakan perkerasan beton yaitu kualitas sangat dipengaruhi oleh proses pelaksanaan yaitu:

- Pengeringan yang terlalu cepat bisa mengakibatkan keretakan, sehingga ditambahkan dengan zat kimia pada campuran beton dan ditutup dengan kain basah.
- ada jalan raya dengan kapasitas berat terlalu tinggi, pembuatan jalan beton lebih mahal dibandingkan aspal, namun lebih murah saat perawatan.

- Kehalusan serta gelombang sangat ditentukan proses pengecoran dan harus diawasi dengan ketat.
- Perbaikan jalan harus dilakukan dengan meninggikan elevasi tanah, sehingga berpengaruh terhadap ketinggian jalan.
- Warna beton terlihat lebih gersang dan keras dan pengendara kurang nyaman.

Penggunaan jalan beton biasanya digunakan untuk struktur tanah yang lemah atau rendah CBR (California Bearing Ratio) karena kekuatan beton lebih besar, dampak dan lendutan lebih kecil, dan tegangan yang bekerja pada dasar jalan juga lebih kecil. pondasi rendah dan tidak membutuhkan daya dukung yang besar. kokoh. Selain itu, lapisan perkerasan beton memiliki keunggulan mampu menahan beban kendaraan yang berat, menahan genangan air saat hujan, memiliki biaya perawatan yang lebih rendah dibandingkan aspal, dapat digunakan pada struktur tanah yang kurang baik, dan material lebih mudah tersedia.

- c. Perkerasan Jalan Paving Blok: dilakukan dengan campuran pasir dan semen, dengan atau tanpa penambahan campuran lainnya. Pelat paving pengunci telah distandarisasi oleh SNI.0819-88, Takaran komponen bahan bangunan terbuat dari campuran semen portland atau bahan pengikat hidrolis lainnya, air dan agregat lainnya (tanpa atau dengan komponen lain). Menurut SK SNI T-04-1990-F, paving block merupakan segmen-segmen kecil yang dibuat dari beton berbentuk segi empat atau segi banyak yang dipasang sehingga mengunci. (Dudung Kumara, 1992; Akmaluddin dkk. 1998).



Gambar 10 Perkerasan jalan Paving Blok

Sumber: Dokumentasi 2022

Keuntungan penggunaan paving block untuk jalan ramah lingkungan antara lain dapat dibongkar pasang, tahan terhadap tumpahan pelumas dan panas mesin kendaraan, serta kemudahan pemasangannya tanpa memerlukan alat berat selain itu juga Keuntungan paving blok bisa meresapkan air, karena terdapat rongga-rongga pada perkerasan jalannya. Sedangkan kelemahannya adalah bila pondasi tidak kuat, Akibatnya, pengemudi kurang nyaman pada kecepatan tinggi. Sehingga struktur ini sering dijadikan alasan bagi kendaraan untuk melaju pelan di kawasan pemukiman. Syarat umum penggunaan paving stone adalah air yang merembes melalui celah-celah paving stone merupakan air hujan dan tidak tercemar/terbuang, serta jalan yang dilalui kendaraan berat tidak menggunakan paving stone.

d. Jalan pada permukiman tepi pantai atau di atas Rawa

Pada umumnya perkerasan jalan biasanya terdapat di daratan. Namun terdapat permukiman di daerah-daerah pesisir muncul dikarenakan sebagian masyarakatnya rata-rata bermata pencaharian sebagai nelayan ataupun muncul karena kebudayaan dari nenek moyang masyarakat setempat seperti di Kalimantan, Sumatera dan daerah-daerah lainnya. Infrastruktur jalan atau biasa disebut jalan papan di area permukiman pesisir. Dimana material yang digunakan biasanya kayu.

Tepian sungai sebagai salah satu jalur bagi penduduk untuk mengantarkan barang ke kota dan sekitarnya melalui sungai. Jalur yang terdapat di atas sungai merupakan salah satu akses yang menyatukan tepi sungai dengan jalan-jalan kota dan pusat komersial. Pola perkotaan berjalan sejajar dengan pola linier karena pembangunan di sepanjang jalur tepi sungai. Kondisi fisik (alam/buatan) permukiman tepi sungai sangat berpengaruh dengan bentuk kota.

Rumah-rumah desa di Kalimantan Tengah pada umumnya didirikan pada tepian jalan yang dibuat sejajar ataupun tegak lurus dengan sungai, rumah-rumah ini biasanya pada umumnya didirikan di atas tonggak-tonggak kayu. (Koentjaraningrat,1971) dalam (Garib & Noorhamidah, 2017).

- Terbuat dari bahan kayu kelas I maupun kayu sisa
- Lebar jalan antara 1 – 2,5 meter
- Jalan tatan datar menyesuaikan posisi lahan
- Ketinggian jalan tatan dari bantaran antara 1 - 3 meter
- Beberapa vegetasi dan street furniture dapat didesain menyesuaikan posisi jalan
- Dapat dilalui kendaraan roda dua

- Posisi jalan antara bangunan, dan ruang terbuka
- Pola jalan linier mengarah dari tepian sungai ke arah bantaran

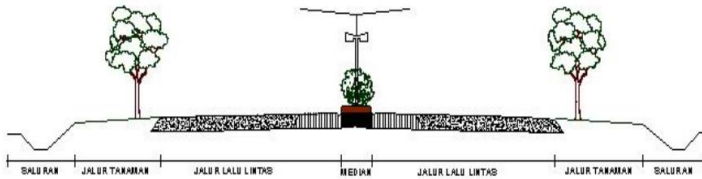
Jalan tanah dibentuk dengan menyesuaikan kontur bantaran sungai sejajar dengan kontur tanah bantaran sungai Kahayan, dengan lebar 1,5 sampai 2,5 meter, menggunakan material lapisan aspal/berpasir/tanah. Jembatan penyeberangan ini dibentuk dengan membangun jalan setelah pemukiman dibangun, dengan lebar 1,5 sampai 2 meter, dengan bahan pelapis kayu/besi di jalan utama, dan sisa kayu di beberapa jalan yang menghubungkan bangunan dan jalan utama. Jembatan penyeberangan orang menghubungkan jalan utama dengan rumah terapung (lanting, toilet, karamba) dengan lebar 0,6 hingga 1 meter dan dilapisi dengan material kayu ringan.



Gambar 11 Jalan Papan
 Sumber: Dokumentasi 2022

RTH jalan

Untuk jalur hijau jalan, ruang hijau dapat disediakan dengan penanaman tanaman antara 20-30% (rumija) dari luas jalan tergantung pada kelas jalan. Untuk menentukan pemilihan jenis tumbuhan perlu memperhatikan 2 (dua) hal, yaitu fungsi tumbuhan dan persyaratan penempatannya. Disarankan untuk memilih varietas tanaman khas setempat, tanaman yang disukai burung, dan laju evapotranspirasi yang rendah.



Gambar 12 Tata letak Jalur Hijau
 Sumber: Permen Pu No 5 Tahun 2008

Median jalan

Mulyani (2006:88-89) menyatakan bahwa persyaratan Taman Median Jalan meliputi lokasi, lokasi, vegetasi, fasilitas dan skala. Lokasi taman jalan tengah harus berada di tengah untuk memisahkan dua jalur jalan, menemukan pengguna jalan, landmark, monumen, gazebo, air mancur, dan meningkatkan identifikasi. Menurut PUPR 05/PRT/M/2008, Taman Jalan Median dapat berupa taman atau bukan taman, berupa taman atau ruang terbuka hijau dengan penanaman. Taman median jalan berfungsi sebagai pelindung sinar matahari, peredam polusi udara, peredam kebisingan, deflektor angin, penghalang jarak pandang, dan penghalang silau lampu depan. Sedangkan dalam bentuk non taman, tanaman pada Taman Median Jalan berfungsi untuk menambah keindahan dan menambah. Kriteria Median Jalan, median jalan dapat digunakan jika:

- 1) Jalan bertipe minimal empat lajur dua arah (4-2/UD)
- 2) Volume lalu lintas dan tingkat kecelakaan tinggi
- 3) Diperlukan untuk penempatan fasilitas pendukung lalu lintas

Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa tipe (Lihat Gambar II. 11 s.d. Gambar II.13)

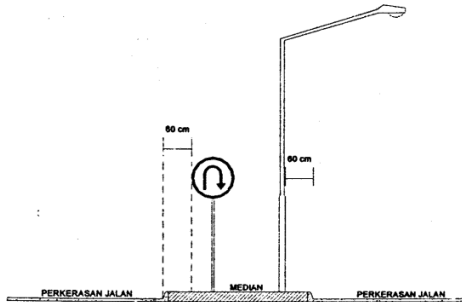
1. 1 lajur-2 lajur-2 arah (2/2 TB)
2. 1 lajur-2 lajur-1 arah (2/1 TB)
3. 1 lajur-4 lajur-2 arah (4/2 B)
4. 2 jalur-n lajur-2 arah (n/2 B), di mana n=Jumlah Jalur

Keterangan:

TB = tidak terbagi .

B = terbagi

Sarana penunjang jalan dipasang pada median dengan memperhatikan kebutuhan ruang bebas kendaraan sejauh > 0,60 mulai dari luar kareb. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 13 Lebar ruang bebas kendaraan

Sumber: Perencanaan Median, 2004

RTH median dibuat taman menunjang keindahan dan resapan air, selain itu menurut pd-t-17-2004-b-perencanaan-median-jalan. Jalan median dirancang dengan tujuan untuk meningkatkan keselamatan, kelancaran, dan kenyamanan bagi pengguna jalan dan lingkungan. Adapun fungsi dari median jalan diantaranya:

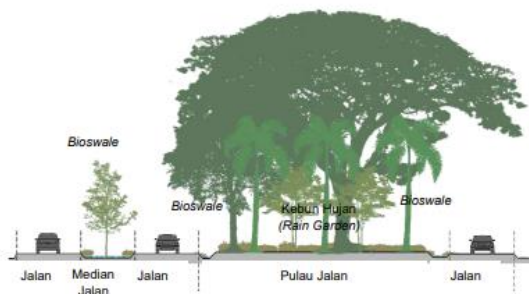
- 1) Membedakan dua aliran lalu lintas yang berbeda;
- 2) Untuk mencegah lalu lintas berbelok ke kanan;
- 3) Tempat di mana pejalan kaki bisa menunggu;
- 4) Penempatan fasilitas untuk mengurangi silau dari sinar lampu kendaraan dari arah berlawanan;
- 5) Penempatan fasilitas pendukung jalan;
- 6) Cadangan lajur (jika cukup luas);
- 7) Tempat prasarana kerjas ementara;
- 8) Dimanfaatkan sebagai jalur hijau



Gambar 14 Median Jalan Perumahan

Sumber: Dokumentasi 2022

Pelengkap jalan salah satunya yaitu median jalan pada permukiman. Selain bagi keselamatan median jalan menjadi pelengkap jalan yang berfungsi dalam menyerap air saat hujan agar tidak terjadi genangan. Pengertian Median jalan menurut Sunaryo, dkk (2020) adalah pemisah fisik jalur lalu lintas yang berfungsi untuk mengatasi konflik lalu lintas dari arah yang berlawanan, sehingga dapat meningkatkan keselamatan lalu lintas bagi pemakai jalan.



Gambar 15 Ilustrasi Median Jalan

Sumber: Permen 14 Tahun 2022

Jalur sepeda

Sebagaimana dinyatakan oleh Khisty dan Lall. 2006), jalur sepeda adalah jalan setapak, lintasan, bagian jalan, bahu jalan, trotoar, atau jalan lain yang telah diberi tanda khusus sehingga dapat digunakan oleh sepeda.

Selain itu Khisty dan Lall (2006) mengungkapkan fasilitas jalur sepeda dapat berupa marka, rambu, atau kerb yang berfungsi sebagai pembatas jalurjalur

sepeda adalah jalur di jalan yang dirancang khusus untuk sepeda. Marka jalan yang keras memisahkan jalur ini dari lalu lintas kendaraan bermotor. Dalam kebanyakan kasus, jalur sepeda dipasang di jalan yang tingkat penggunaan sepedanya sedang hingga tinggi dan memungkinkan untuk memisahkan lalu lintas sepeda dari lalu lintas kendaraan bermotor. Dengan adanya Jalur sepeda menjadikan hemat energi dan tidak mencemari udara serta tidak membutuhkan bahan bakar, maka pada jarak terjangkau keberadaan jalur sepeda meningkatkan nilai keberlanjutan lingkungan dan jalan, secara teori, bersepeda baik untuk meningkatkan kesehatan fisik, menurunkan emisi transportasi, mengurangi kepadatan lalu lintas yang disebabkan oleh penggunaan kendaraan bermotor, dan menghemat biaya perawatan kesehatan dan sosial (Mesbah dan Thompson, 2011). Selain itu juga dapat mengurangi kemacetan dan kendaraan dengan beban rendah .



Gambar 16 Jalur Sepeda

Sumber: Dokumentasi 2022

I Gusti menjelaskan dalam kajiannya "Perencanaan Jalur Sepeda Pada Kawasan Perguruan Tinggi Kota Malang" (2015: 14-15) bahwa jalur sepeda adalah jalur yang khusus diperuntukkan bagi pengguna sepeda dan kendaraan bermotor bukan manusia. Sepeda dipisahkan dari lalu lintas kendaraan bermotor dengan jalur khusus, membuat bersepeda lebih aman di jalan raya. Jalur sepeda dan kendaraan bermotor dapat dipisahkan secara fisik atau hanya dengan marka jalan. Menurut Agah Muhammad Mulyadi, ST., MT dalam Modul Pelatihan perancangan Lajur dan Jalur Sepeda Kemetrian Pekerjaan Umum, tipe jalur sepeda dibagi menjadi 3 tipe, yaitu :

- a. Jalur sepeda di badan Jalan (Tipe A): Jalur sepeda tipe A di badan jalan adalah jalur sepeda yang dipisahkan secara khusus untuk menghindari pencampuran dengan kendaraan lain. Kereb berfungsi sebagai pemisah fisik. Pada jalan kolektor primer, arteri sekunder, dan arteri primer dapat dipasang jalur sepeda pada badan jalan.
- b. Penempatan Lajur Sepeda tipe B pada trotoar dimana Persyaratan berikut berlaku untuk jalur sepeda trotoar :
 - i. Penempatan lajur sepeda harus tetap menyediakan lebar trotoar bagi pejalan kaki minimal sebesar 1.5 m
 - ii. Trotoar yang tersedia haruslah memenuhi syarat menerus, rata, dan aman. Trotoar tetap menerus dan tidak turun ketika bersinggungan dengan akses keluar masuk kendaraan bermotor yang menuju bangunan pada sepanjang jalan
- c. Lajur Sepeda Tipe C di badan jalan Lajur sepeda adalah lajur lalu lintas yang dipergunakan untuk pesepeda, fungsinya untuk memisahkan sepeda dari kendaraan bermotor yang ditempatkan di jalan oleh pembatas berupa marka jalan. Lajur sepeda tipe C dapat ditempatkan pada fungsi jalan kolektor sekunder, lokal primer, lokal sekunder, lingkungan primer dan lingkungan sekunder. Lajur sepeda tipe C dapat ditempatkan di jalan – jalan yang memiliki kecepatan kendaraan bermotor yang relatif rendah, banyak memiliki akses keluar masuk kendaraan bermotor ke bangunan pada sepanjang jalan.

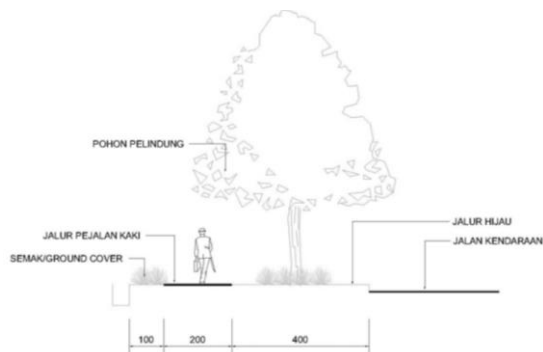
Jalur pejalan kaki di permukiman

Penyediaan jalur Pejalan kaki menjadikan hemat energi dan tidak mencemari, dimana berdasarkan Facrurrozy (2000: 1) menegaskan bahwa tumbuhnya tradisi jalan kaki sebagai moda transportasi memiliki banyak manfaat, antara lain pengurangan kebisingan, polusi udara, dan biaya konsumsi bahan bakar. Selain itu juga dapat mengurangi pengguna kendaraan yang dapat memperlambat kerusakan pada jalan, maka didapatkan nilai keberlanjutan lingkungan dan jalan, adapun dimana pada jarak terjangkau orang berjalan kaki akan meningkatkan Kesehatan,

Sebuah Jalan dapat dikatakan ideal jika tersedianya pelengkap jalan seperti jalur pejalan kaki sehingga dapat memberi kenyamanan pada masyarakat. Menurut Andi Imelda 2014 dalam penelitiannya Jalur Pedestrian Adalah Hak Ruang Bagi Pejalan Kaki menjelaskan bahwa Trotoar adalah jalur pejalan kaki yang terletak di area jalan, memiliki elevasi yang lebih tinggi, lapisan permukaan, dan biasanya sejajar dengan jalur lalu lintas kendaraan. Di kedua sisi jalan atau di taman, terdapat ruang yang diperuntukkan bagi pejalan kaki

yang dikenal sebagai "ruang pejalan kaki". Ruang terbuka hijau untuk pejalan kaki harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- 1) Kenyamanan, adalah cara mengukur kualitas fungsional yang ditawarkan oleh sistem pedestrian yaitu:
 - Orientasi, dalam bentuk penandaan visual lanskap (landmark, marka jalan) yang membantu menemukan jalan seseorang dalam konteks lingkungan yang lebih luas;
 - Kemudahan berpindah dari satu arah ke arah lainnya yang dipengaruhi oleh kepadatan pedestrian, kehadiran penghambat fisik, kondisi permukaan jalan dan kondisi iklim. Jalur pejalan kaki harus aksesibel untuk semua orang termasuk penyandang cacat.
- 2) Karakter fisik, meliputi:
 - Kriteria dimensional, disesuaikan dengan kondisi sosial dan budaya setempat, kebiasaan dan gaya hidup, kepadatan penduduk, warisan dan nilai yang dianut terhadap lingkungan;
 - Kriteria pergerakan, jarak rata-rata orang berjalan di setiap tempat umumnya berbeda dipengaruhi oleh tujuan perjalanan, kondisi cuaca, kebiasaan dan budaya. Pada umumnya orang tidak mau berjalan lebih dari 400 m.



Gambar 17 Contoh Pola Tanam RTH Jalur Pejalan Kaki

Sumber: Andi Imelda, 2014 dalam penelitiannya *Jalur Pedestrian*

- 3) Pedoman teknis lebih rinci untuk jalur pejalan kaki dapat mengacu pada Kepmen PU No. 468/KPTS/1998 tanggal 1 Desember 1998, tentang Persyaratan Teknis Aksesibilitas pada Bangunan Umum dan

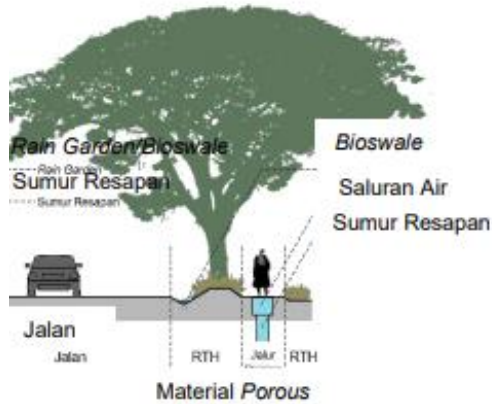
Lingkungan dan Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Prasarana dan Sarana Ruang Pejalan Kaki.



Gambar 18 Jalur Pejalan Kaki

Sumber: Dokumentasi 2022

Selain itu juga Fruin (1979:190), dalam Andi Imelda (2014) menyatakan bahwa pengembangan jalur pejalan kaki yaitu perbaikan fisik yang meningkatkan kemudahan, keamanan, kenyamanan, dan kenikmatan. Jika trotoar tidak digunakan sebagai jalur pejalan kaki, kenyamanan pejalan kaki dapat terganggu. Seluruh sistem transportasi kota dapat terpengaruh oleh hal ini. Orang akan memilih untuk berjalan di jalan raya atau berkendara, yang mengakibatkan peningkatan kecelakaan pejalan kaki dan kemacetan lalu lintas.



Gambar 19 Ilustrasi Jalur Pejalan Kaki
 Sumber: Permen 14 Tahun 2022

Pada permukiman tertentu biasanya Kendaraan harus di tuntun ketika jam malam sudah lewat hal ini dikarenakan suara kendaraan yang lewat mengganggu masyarakat setempat, karena jalan dengan ukuran yang sempit membuat suara menjadi bising, maka terdapat aturan pengguna jalan khusus di malam hari.

B. Jaringan Drainase

Dalam penelitian Suhudi & Silvester, 2020 mengatakan bahwa Drainase permukiman merupakan sistem jaringan drainase yang berfungsi mengalirkan air berlebihan yang terdapat pada suatu kawasan permukiman dan digunakan untuk menjaga agar lingkungan tersebut tidak tergenang oleh air hujan. Saluran drainase merupakan hal yang sangat penting dalam sebuah pemukiman, baik itu rumah tinggal, gedung, atau bangunan yang lain. Sistem drainase perkotaan adalah infrastruktur kota yang terdiri dari kumpulan sistem saluran yang mengalirkan udara permukaan berlebih ke badan air untuk mencegah banjir dan genangan air di lahan perkotaan. (Anonim, 2011).

Dalam beberapa kasus yang sering terjadi dengan banyaknya genangan di beberapa titik hingga menyebabkan bencana banjir, maka diperlukan konsep tata cara pengelolaan drainase yang baik dalam menunjang keberlanjutan, dengan meminimalisir air yang melimpas yaitu konsep drainase ramah lingkungan (ekodrainase) adalah pengelolaan air kelebihan hujan melalui peresapan ke dalam tanah secara alamiah, atau mengalirkan air ke

sungai tanpa melampaui kapasitas sungai (Ditjen Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum, 2012).

Sistem pengelolaan drainase dalam menunjang keberlanjutan biasanya disebut dengan sistem pengelolaan drainase ekologis yang digolongkan menjadi 2 yaitu

1. Tindakan yang sifatnya biologis-ekologis, dengan melestarikan atau menyediakan daerah hijau sebagai daerah retensi dan peresapan air yang optimal.
2. Tindakan yang sifatnya teknologis-higenis, dengan prinsip semua daerah hulu, arus limpasan air hujan yang belum membahayakan sebisa mungkin dihambat, diredapkan, atau ditampung dalam kolam retensi sebagai sumber daya imbuhan air tanah dan air permukaan.

Selain sistem pengelolaan drainase juga terdapat **konsep drainase yang berwawasan lingkungan** diantaranya yaitu:

- a) Drainase Pengatusan
Istilah "drainase" digunakan untuk merujuk pada praktik pengiriman kelebihan air—kebanyakan air hujan—ke badan air terdekat. Untuk mencegah terjadinya banjir atau genangan, kelebihan air segera dialirkan ke saluran drainase, kemudian ke sungai, dan terakhir ke laut. Konsep penataan ini masih diikuti oleh masyarakat hingga saat ini. Konsep ini biasanya dapat mengatasi masalah genangan, banjir, kekeringan dan kerusakan lingkungan, yang sering dipandang sebagai masalah lokal dan sektoral yang bisa diselesaikan secara lokal dan sektoral pula tanpa melihat kondisi sumber daya air dan lingkungan di hulu, tengah dan hilir secara komprehensif (Kemen PU, 2012).
- b) Drainase Ramah Lingkungan (Ekodrainase)
Menurut Kementerian Pekerjaan Umum (2012), drainase ramah lingkungan didefinisikan sebagai upaya pengelolaan kelebihan air (air hujan) dengan berbagai cara, seperti mengumpulkannya melalui tangki air untuk digunakan langsung, mengumpulkannya di waduk buatan atau badan air alami, menyerapnya, dan mengalirkannya ke sungai terdekat tanpa menambah beban sungai yang bersangkutan.
- c) Drainase Ramah Lingkungan dan Perubahan Iklim

Dengan membangun drainase yang ramah lingkungan, dampak perubahan iklim dapat diantisipasi. Dengan merembes ke dalam tanah untuk menambah cadangan air tanah, menyalurkan atau mengalihkannya untuk menghindari genangan, mengumpulkannya untuk digunakan sebagai sumber air bersih, menjaga kelembaban tanah, dan meningkatkan kualitas ekologis, konsep ini memiliki manfaat yang sangat baik untuk mengelola kelebihan air (air hujan) dan dipelihara dengan cara yang membuatnya berkelanjutan dan efisien.

Pembangunan kolam tampungan dengan retensi, detensi, dan tampungan memanjang berupa saluran merupakan salah satu metode pengelolaan drainase terpadu di kawasan perkotaan. Jika kawasan sekitar dijadikan taman, maka kolam tampungan dapat dijadikan sebagai lokasi rekreasi masyarakat dan mengurangi jumlah air limpasan yang masuk ke saluran. Menurut Guntoro dkk. (2017), bahkan dapat meningkatkan kandungan air tanah suatu wilayah dan mengintegrasikan upaya pengendalian banjir dan konservasi air. Selain itu, sebagian air ditampung di boezem, yang juga dikenal sebagai kolam penampung, yaitu kolam yang dirancang untuk menyimpan sementara limpasan dari sungai atau air hujan sementara ketinggian air di pembuangan akhir lebih tinggi dari permukaan air di saluran. sehingga gravitasi tidak dapat menentukan bagaimana pembuangan beroperasi. Boezem akan dikosongkan saat permukaan air turun.

Limpasan permukaan adalah air hujan yang jatuh ke permukaan tanah tetapi tidak meresap ke dalam tanah. Koefisien limpasan, dilambangkan dengan simbol C, adalah perbandingan antara volume air hujan dengan volume air limpasan permukaan. Faktor hujan, faktor topografi, dan faktor kondisi lahan semuanya berdampak pada nilai C. Nilai C biasanya melebihi 0,5 pada DAS dengan kondisi lingkungan yang buruk. Setelah beberapa uraian mengenai drainase adapun bagian jaringan drainase dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3 Bagian Jaringan Drainase

Sarana	Prasarana
Badan Penerima air	Sumber air di permukaan tanah (laut, sungai, danau)
	Sumber air di bawah permukaan tanah (air tanah akifer)
Bangunan pelengkap	Gorong-gorong
	Perfemuan saluran
	Bangunan terjunan
	Jembatan
	Street inlet

Sarana	Prasarana
	Pompa
	Pintu air

Sumber: SNI 03-1733-2004

Bagian jaringan drainase memiliki fungsi dalam mengaliri limpasan air dimana dalam pembangunannya diperlukan beberapa analisa salah satunya debit air. Analisa debit air limpasan adalah debit banjir dengan suatu kemungkinan terjadi kala ulang tertentu pada suatu daerah. Metode yang rasional dengan batasan wilayah studi dengan luasan 5000 Ha. Menurut (Juwono & Subagiyo, 2015) penggunaan metode rasional untuk menghitung debit limpasan adalah dengan membagi batasan penelitian menjadi beberapa bagian yang menurut luasan di perbolehkan. Menurut (Juwono dan Subagiyo,2017) Rumus metode rasional adalah sebagai berikut:

$$Q_{\text{limpasan}} = 0,00278 \times C \times I \times \text{ACA}$$

Keterangan:

Q : Debit aliran air limpasan (m³/jam)

C : Koefisien run off (berdasarkan standart baku)

I : Intesitas curah hujan (mm/jam)

ACA : Luas daerah pengaliran (Ha)

Sesuai dengan kriteria teknis saluran drainase lingkungan, yaitu ketentuan yang berkaitan dengan pembangunan jenis saluran drainase berdasarkan hirarki perumahan dan kawasan permukiman, tingkat kepadatan penduduk, dan tingkat kelerengan/kemiringan (geometris), diperlukan memperhatikan limpasan air yang mengalir.

Tabel 4 Kriteria Teknis Sistem Drainase Permukiman

	Sistem Drainase	Kriteria Teknis			Keterangan
		Hirarki Kawasan Permukiman	Tingkat Kepadatan Penduduk	Tingkat Kelerengan/Kemiringan (Geometrik)	
1	Saluran Terbuka				
a.	Saluran Tanah	Perumahan	Rendah (<400 jiwa/Ha)	Datar (0% - 8%) - Gunung (>25% - 45 %)	
b.	Saluran Pasangan Batu Kali	Perumahan Permukiman	Rendah (<400 jiwa/Ha)	Datar (0% - 8%) -	

	Sistem Drainase	Kriteria Teknis			Keterangan
		Hirarki Kawasan Permukiman	Tingkat Kepadatan Penduduk	Tingkat Kelayakan/Kemiringan (Geometrik)	
				Gunung (>25% - 45%)	
c.	Saluran Terbuka Beton Pracetak	Perumahan Permukiman	Rendah (<400 jiwa/Ha)	Datar (0% - 8%)	Bila dilalui mobil atau kendaraan roda empat
2	Saluran Tertutup				
a.	Saluran Tertutup Beton Pracetak	Perumahan Permukiman	Tinggi (>400 jiwa/Ha)	Datar (0% - 8%)	
b.	Gorong-gorong Beton Pracetak	Perumahan Permukiman	Tinggi (>400 jiwa/Ha)	Datar (0% - 8%) - Gunung (>25% - 45%)	

Sumber: - SNI 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan, - Pt T-23-2000-C tentang Tata Cara Perencanaan Saluran Air Hujan untuk Lingkungan Permukiman

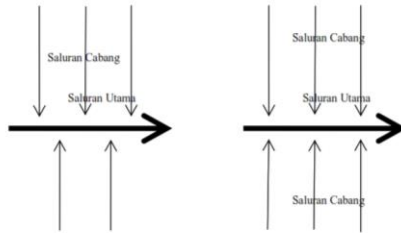
Tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu disebut intensitas hujan. Hujan pada umumnya memiliki kecenderungan semakin lama intensitasnya semakin tinggi, dan semakin lama periode ulangnya maka semakin besar intensitasnya. memanfaatkan metode analisis frekuensi hujan untuk menentukan intensitas hujan. Dimana metode periode ulang yang dapat digunakan adalah tujuan dari analisis frekuensi hujan. Untuk mengkaji frekuensi curah hujan menggunakan tiga pendekatan yaitu sebagai berikut:

- 1) Metode distribusi normal
- 2) Metode distribusi gumbel
- 3) Metode Log Normal
- 4) Metode distribusi logpearson type III

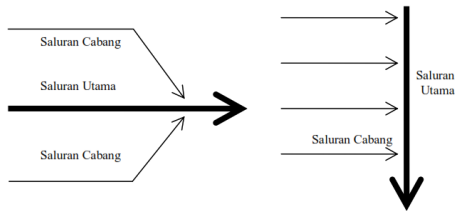
Pola Jaringan Drainase

Dalam pembangunan saluran drainase pada permukiman terdapat beberapa pola jaringan berdasarkan arah aliran dari saluran sekunder ke saluran utama yang disesuaikan dengan kondisi eksisting pada permukiman. Adapun beberapa pola jaringan drainase yang terdapat dalam Bahan Ajar Sistem Drainase Perkotaan yang ditulis oleh Setiyadi adalah sebagai berikut:

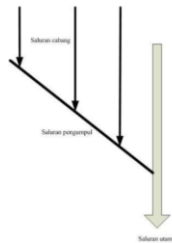
- a) **Siku:** Pola ini digunakan didaerah topografi yang sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai dijadikan saluran pembuang akhir yangbterletak di tengah kota.



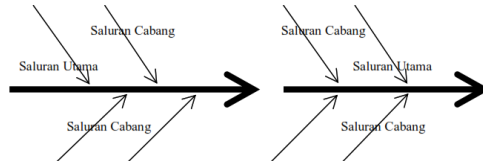
- b) **Paralel:** Saluran yang letaknya sejajar dengan saluran cabang. dengan saluran cabang (sekunder) dengan jumlah yang banyak dan pendek-pendek, jika terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri.



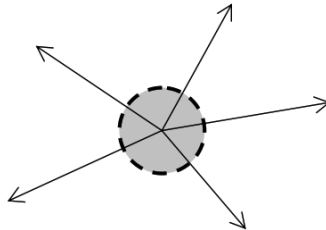
- c) **Pola Grid Iron:** disesuaikan dengan sungai yang letaknya di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.



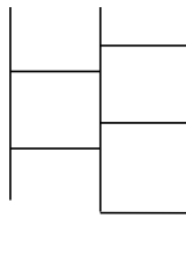
- d) **Pola drainase:** alamiah sama dengan pola siku hanya beban sungai menerima beban yang lebih besar.



- e) **Pola Radial:** pola ini digunakan pada daerah yang berbukit-bukit yang mampu mengalirkan air ke segala arah.



- f) **Pola jaring-jaring:** saluran yang mengikuti arah jalan raya, yang dimana pola ini cocok diterapkan di topografi yang datar.



Konsep Drainase secara umum

Pembangunan drainase yang berkelanjutan pada permukiman biasanya menggunakan konsep/strategi perencanaan yang dijelaskan dalam sistem penyaluran drainase (2013) bahwa penerapan konsep atau strategi

perencanaan yang harus menjaga proses ekologi alami kawasan, melestarikan sumber daya udara dan air tanpa menyebabkan degradasi sumber daya alam jangka panjang, dan berkontribusi untuk kesehatan dan kesejahteraan masyarakat atau pemukim. Salah satunya adalah Konsep Infrastruktur Hijau yang diimplementasikan melalui sejumlah infrastruktur drainase yang berbeda dengan infrastruktur konvensional. secara umum penyaluran drainase yang digunakan yaitu Saluran drainase standar baik menggunakan perkerasan atau tidak.



Gambar 20 Saluran Drainase Standar dengan Perkerasan

Sumber: Dokumentasi 2022

Drainase ramah lingkungan didefinisikan sebagai upaya pengelolaan kelebihan air (air hujan) dengan berbagai cara, seperti mengumpulkannya melalui penampungan air agar dapat langsung dimanfaatkan, menampungnya di penampungan buatan, serta menyerap dan mengalirkannya ke tempat penampungan terdekat. tanpa menambah beban terhadap sungai yang bersangkutan serta memelihara sistem sehingga berdaya guna berkelanjutan. Dengan konsep seperti ini air hujan tidak akan secepatnya dibuang ke sungai terdekat. Namun air hujan tersebut dapat disimpan di berbagai lokasi wilayah dan dapat dimanfaatkan pada musim selanjutnya, dan dapat sebagai sarana mengurangi genangan dan banjir yang ada. (Permen PU No 12 tahun 2014). Drainase dalam mengalir kan limpasan air perlu memperhatikan rumus maupun standar dalam perencanaan pembangunan drainase yaitu diantaranya

Kecepatan Aliran (V)

Dalam menghitung kecepatan aliran (V) dapat menggunakan rumus Manning. Seorang insinyur Irlandia bernama Robert Manning (1889)

mengemukakan sebuah rumus yang akhirnya diperbaiki menjadi rumus yang sangat terkenal sebagai berikut:

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- V : Kecepatan aliran (m/det)
- n : Koefisien Manning (tabel 2.6)
- R : Jari-jari hidrolis (m)
- S : Sloop (kemiringan)

Luas Penampang Saluran

Untuk menghitung luas penampang saluran menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A = Q/V \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

- Q : Debit saluran (m³)
- A : Luas penampang saluran (m²)
- V : Kecepatan aliran (m/det)

Menghitung dimensi penampang berbentuk trapesium :

$$A = (b + m \cdot h) h \dots\dots\dots(3)$$

$$P = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \dots\dots\dots(4)$$

$$R = A/P \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

- A : Luas penampang basah saluran (m²)
- P : Keliling penampang basah saluran (m)
- R :Jari-jari hidrolis (m)
- h :Tinggi air dalam saluran (m)

b : Lebar dasar saluran (m)

m : Kemiringan dinding saluran

Drainase ramah lingkungan ini terdapat beberapa metode yang dapat dipakai di Indonesia. Adapun penjelasan mengenai pengelolaan pembuangan air hujan sebagai berikut:

1) Biopori

Pengertian biopori

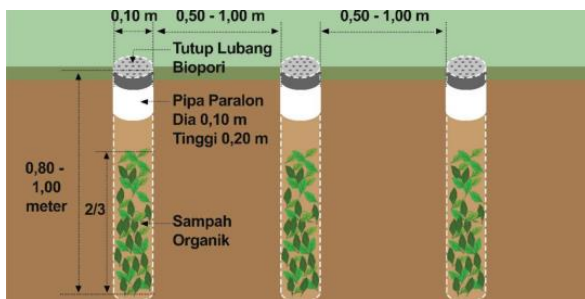
Menurut Tim Biopori IPB (2017), lubang resapan biopori (LRB) adalah teknologi tepat guna dan ramah lingkungan untuk mengatasi banjir dengan cara (1) meningkatkan daya resapan air, (2) mengubah sampah organik menjadi kompos dan mengurangi emisi gas rumah kaca (CO₂ dan metan), dan (3) memanfaatkan peran aktivitas fauna tanah dan akar tanaman, dan mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh genangan air seperti penyakit demam berdarah dan malaria. Kehadiran lubang resapan biopori secara langsung akan menambah bidang resapan air, setidaknya sebesar luas kolom/dinding lubang.

Pentingnya biopori

Lubang resapan biopori memiliki banyak manfaat hal ini membuat biopori sangat penting dalam menyerap air hujan, dimana biopori mempunyai banyak fungsi sehingga disebut teknologi sederhana tepat guna multifungsi. Kegunaannya antara lain wadah pengomposan, mencegah banjir, membantu resapan air, meningkatkan kualitas air tanah, membantu mengurangi genangan air akibat curah hujan tinggi, menyuburkan tanaman, dan pembuangan sampah organik ((Arifin et al., 2020; Baguna et al., 2021; Sanitya & Burhanudin, 2013) dalam Gholam.

Pengelolaan biopori

Sampah organik atau sampah rumah tangga yang mudah terurai digunakan untuk pengelolaan di lubang biopori ini, yang cukup dimasukkan ke dalam lubang silinder yang berorientasi vertikal ini. Lubang tersebut memiliki lebar 10 hingga 30 sentimeter dan kedalaman 80 hingga 100 sentimeter. Lubang biopori perlu "diaktifkan". Organisme tanah seperti cacing akan menggunakan sampah sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitasnya selama proses dekomposisi. Kompos akan dibuat dari limbah yang membusuk ini.



Gambar 21 Ilustrasi lubang biopori

Sumber: Permen 14 Tahun 2022

Adapun cara pembuatan lubang resapan biopori adalah sebagai berikut:

1. Buat lubang silindris kedalam tanah dengan diameter 10-30 cm, kedalamannya sekitar 100 cm atau jangan melampaui kedalaman air tanah pada dasar saluran atau alur yang telah dibuat dengan jarak antar lubang 50-100 cm.
2. Mulut lubang dapat diperkuat dengan adukan semen selebar 2-3 cm, setebal 2 cm disekeliling mulut lubang
3. Segera isi lubang resapan biopori dengan sampah organik yang berasal dari sisa tanaman yang dihasilkan dari dedaunan pohon, pangkasan rumput atau sampah organik
4. Sampah organik perlu selalu ditambahkan ke dalam lubang yang isinya sudah berkurang menyusut karena proses pelapukan
5. Kompos yang terbentuk dalam lubang dapat diambil pada setiap akhir musim kemarau bersamaan dengan pemeliharaan lubang

Dalam merencanakan sebuah LRB penentuan dimensi LRB dilakukan terlebih dahulu. Adapun dimensi lubang resapan biopori menurut (brata, 2008) adalah: diameter (d) : 10 cm = 0,1 m dan tinggi (h) : 100 cm = 1 m

$$\text{Volume LRB } V = (1/4 \times \pi \times d^2) \times h$$

Jumlah lubang resapan biopori

$$\text{Jumlah LRB} = \frac{\text{Intensitas hujan (mm/jam)} \times \text{luas bidang kedap (m}^2\text{)}}{\text{laju peresapan air per lubang (liter/jam)}}$$

Debit banjir rencana

Penentuan debit banjir rencana dilakukan dengan cara menganalisis debit Q limpasan menggunakan persamaan:

$$Q = 0.2778 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dengan:

- Q: debit limpasan (m³/dtk);
- C: koefisien pengaliran/limpasan;
- I: intensitas curah hujan (mm/jam);
- A: luas daerah pengaliran (km²).

Setelah dihitung Q limpasan selanjutnya dihitung koefisien pengaliran/limpasan dan intensitas hujan dengan menggunakan persamaan:

$$I = R24/24 (24/t)^{2/3}$$

Dengan:

- I : intensitas hujan (mm/jam);
- t : lama hujan (jam);
- R24 : curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm).

Dengan cara menganalisis curah hujan maksimum dalam setahun. Untuk lebih jelasnya penggunaan lubang resapan biopori yang terdapat di permukiman dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 22 Pipa Biopori Kampung Sanitasi Tlogomas

Sumber: Dokumentasi 2022

Lubang biopori merupakan metode alternatif untuk peresapan air hujan ke dalam tanah. Teknologi lubang resapan biopori memiliki banyak keuntungan, namun secara umum dapat mengurangi volume sampah organik, menambah cadangan air tanah, dan mengurangi genangan air. Lubang-lubang kecil pada tanah yang disebabkan oleh aktivitas organisme tanah seperti cacing atau pergerakan akar dalam tanah, menurut Griya (2008) pipa PVC diperlukan untuk membuat lubang biopori yang berfungsi sebagai lubang resapan, lubang tersebut akan berisi udara akan mengisi lubang, memungkinkan air mengalir melaluinya. Oleh karena itu, air hujan merembes ke dalam tanah melalui lubang tersebut bukan

langsung masuk ke saluran pembuangan. Lubang biopori ini biasanya berbentuk silinder dan dibor secara vertikal ke dalam tanah dengan diameter 10 hingga 30 sentimeter dan kedalaman 50 hingga 100 sentimeter. Atau sebaliknya tanah dengan muka air tanah yang dangkal, tidak melebihi kedalaman muka air tanah.

2) Drainase Sumuran/Sumur Resapan Air Hujan

Salah satu tujuan adanya drainase harus dapat meminimalisir air-air dari limpasan air hujan dengan tujuan untuk mencegah terjadinya limpasan permukaan air hujan yang tinggi. Peningkatan limpasan permukaan aliran akan mengakibatkan masalah genangan dan banjir (Dwi 2008).

Infrastruktur yang dapat menampung dan menyerap air ke dalam tanah merupakan salah satu pengelolaan pembuangan air hujan yang dapat mengurangi air hujan. Sumur Resapan Air Hujan (SRAH) adalah salah satu contohnya. Air hujan yang ditampung dan meresap berasal dari petak-petak tanah, atap bangunan, dan permukaan tanah, yang disegel untuk menjaga keseimbangan sistem pengelolaan air di kawasan pemukiman. Air hujan SRAH adalah satu-satunya air yang ditampung, bukan air limbah. Pembangunan sumur resapan air dapat menghasilkan keuntungan sebagai berikut:

- 1) Mengurangi konsentrasi pencemaran air tanah.
- 2) Mengurangi atau menahan terjadinya intrusi air laut bagi daerah yang berdekatan dengan wilayah pantai,
- 3) Mempertahankan tinggi muka air tanah dan menambah persediaan air tanah,
- 4) Mengurangi aliran permukaan dan mencegah terjadinya genangan air, sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya banjir dan erosi,
- 5) Mencegah penurunan atau amblasan lahan sebagai akibat pengambilan airtanah yang berlebihan, dan

Pengertian sumur resapan

Salah satu sistem drainase berwawasan lingkungan untuk pengendalian air, baik mengatasi banjir dan kekeringan adalah sumur resapan. Sumur resapan merupakan upaya memperbesar resapan air hujan ke dalam tanah dan memperkecil aliran permukaan sebagai penyebab banjir (Arafat,2008).

Konsep sederhana yang efektif untuk mengurangi limpasan yang dapat menyebabkan banjir adalah sumur resapan. Dimana didalam buku yang berjudul sumur resapan yang ditulis oleh Tumpu Miswar, dkk (2022:04) bahwa Sumur resapan adalah kegiatan konservasi sipil teknis sederhana berupa sumur yang berfungsi menampung,

menahan dan menyerap air permukaan (run-off) ke dalam tanah (akuifer) untuk meningkatkan jumlah dan posisi muka air tanah.

Tabel 5 Penerapan Sumur Resapan Air Hujan pada Areal Maksimal 5 Ha

No	Tipe Rumah dan Resapan Luas Tanah Tiap Rumah	Jumlah rumah (Unit)	Luas Bidang Tadah Tiap Rumah, minimal (M2)	Minimal Sumur Yang Terpasang di Areal Perumahan, 80 m2
1	T.21/60	150	18	1 buah
2	T.36/75	120	27	1 buah
3	T.45/90	100	32	2 buah
4	T.70/110	28	47	3 buah

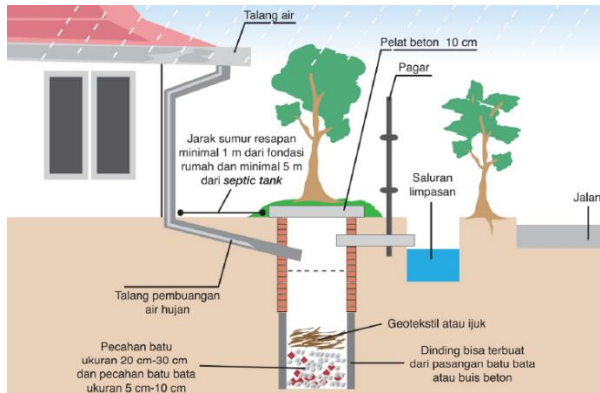
Sumber: (Puslitbang Permukiman, 2006)

Pentingnya sumur resapan

Jika air hujan yang jatuh secara alami mencapai permukaan air tanah melalui proses infiltrasi dan perkolasi, maka dengan metode buatan ini, limpasan air hujan yang jatuh direkayasa untuk mengalir ke sumur resapan. Air hujan yang pada dasarnya merupakan air bersih dialirkan ke dalam tanah melalui sumur resapan. Sisa air hujan yang tidak terserap kemudian dialirkan dan dibuang ke laut.

Pengelolaan sumur resapan

Menurut Kusnaedi (2011) dalam Iriani Kurnia dkk. (2013), prinsip kerja sumur resapan adalah menyalurkan dan menampung air hujan ke dalam lubang atau sumur agar air dapat bertahan lebih lama di dalam tanah dan meresap ke dalam tanah secara bertahap. Pengelolaan sumur resapan digambarkan pada gambar di bawah ini.



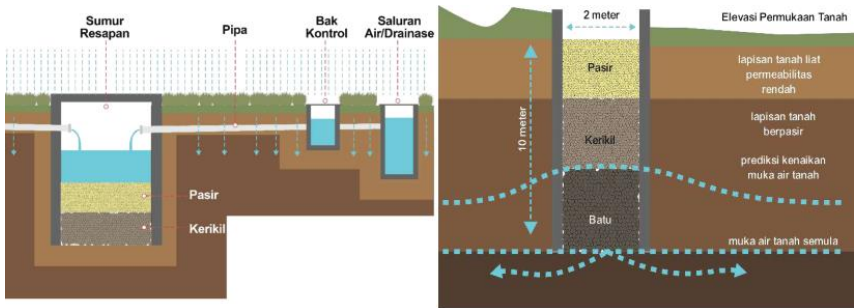
Gambar 23 Ilustrasi Sumur Resapan

Sumber: Ruang sipil, 2018

Cara Membuat Sumur Resapan

Sumur resapan sederhana dapat dibuat oleh semua kalangan, baik masyarakat yang berada di pedesaan maupun di perkotaan. Desain dan bahan yang dipergunakan mudah diperoleh dan lebih sederhana dibandingkan sumur resapan modern. Adapun tahapan pembuatan sumur resapan ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat lubang silinder di tanah yang diameternya 10 cm sampai dengan 15 cm dan kedalaman 100 sampai 120 cm. Hal yang perlu diperhatikan adalah pada saat pembuatan lubang tidak melebihi muka air tanah. Pembuatan lubang resapan ini dapat dipergunakan pipa besi atau bor tanah bahkan bamboo dengan jarak antar lubang 50-100 cm.
2. Setelah pembuatan lubang silinder selesai, lubang dapat diisi dengan sampah organik. Sampah organik yang berupa kompos dapat dipergunakan sebagai pupuk penyubur tanaman.
3. Pada ujung lubang silinder dapat dikelilingi adukan semen selebar 2 sampai 3 cm yang bertujuan guna menahan tanah sekitarnya agar tidak masuk dalam lubang.



Gambar 24 Ilustrasi Pengembangan Sumur Resapan

Sumber: Permen 14 Tahun 2022

Perhitungan dan penentuan sumur resapan berdasarkan SK SNI 03-2453-2002
Tata cara perencanaan teknik sumur resapan air hujan untuk lahan
pekarangan yaitu sebagai berikut:

1. Perhitungan dan penentuan sumur resapan air hujan

a. Perhitungan sumur resapan air hujan

Perhitungan sumur resapan air hujan terbagi atas :

1) Volume andil banjir dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{ab} = 0,855 \cdot C_{tadiah} \cdot A_{tadiah}$$

R.....(1)

dimana :

V_{ab} = Volume andil banjir yang akan ditampung sumur resapan (m³)

C_{tadiah} = koefisien limpasan dari bidang tadah (tanpa satuan)

A_{tadiah} = Luas bidang tadah (m²)

R = Tinggi hujan harian rata-rata (L/m²/hari)

2) Volume air hujan yang meresap digunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{rsp} = T_e / R \cdot A_{total} K \dots \dots \dots (2)$$

dimana :

V_{rsp} = volume air hujan yang meresap (m³)

T_e = durasi hujan efektif (jam) = $0,9 R^{0,92} / 60$ (jam)

R = tinggi hujan harian rata-rata (L/m²/hari)

A_{total} = luas dinding sumur + luas alas sumur (m²)

K = koefisien permeabilitas tanah (m/hari) (untuk dinding sumur yang kedap, nilai $K_v = K_h$, untuk dinding tidak kedap diambil nilai Krata-rata)

$$K_{rata-rata} = K_v \cdot A_h + K_h \cdot A_v / A_{total} \dots \dots \dots (3)$$

dimana :

$K_{rata-rata}$ = koefisien permeabilitas tanah rata-rata(m/hari)

K_v = koefisien permeabilitas tanah pada dinding sumur (m/hari) = $2.K_h$

K_h = koefisien permeabilitas tanah pada alas sumur (m/hari)

A_h = luas alas sumur dengan penampanglingkaran = $\frac{1}{4} .\mu$.

$D^2(m^2)$ = luas alas sumur dengan penampang segi empat = $P.L(m^2)$

A_v = luas dinding sumur dengan penampang lingkaran = $\mu.D.H (m^2)$

= luas dinding sumur dengan penampang segi empat = $2.P.L (m^2)$

- 3) Volume penampungan (storasi) air hujan digunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{storasi}=V_{ab}V_{rsp}.....(4)$$

2. Penentuan jumlah sumur resapan

Penentuan jumlah sumur resapan air hujan, terlebih dahulu menghitung H_{total} Sebagai berikut :

$$H_{total}=V_{ab}.V_{rsp}/A_h.....(5)$$

$$n=H_{total} / H_{rencana}.....(6)$$

dimana :

n = jumlah sumur resapan air hujan (buah);

H_{total} = kedalaman total sumur resapan air hujan (m);

$H_{rencana}$ = kedalaman yang direncanakan< kedalaman air tanah (m).

CONTOH PERHITUNGAN SUMUR RESAPAN AIR HUJAN

1. Perhitungan Volume andil banjir :

Ditetapkan : $C_{tadah}=0,85$

$A_{tadah}= 100 m^2$

$R = 63,8 mm/hari = 63,8 L/m^2/hari$ (Jawa barat)

lama menampung air hujan = 1 hari

Perhitungan :

$V_{ab}= 0,855 .C_{tadah}.A_{tadah}.R$

$= 0,855 \times 0,85 \times 100 \times 63,8$

$= 4637 \text{ Liter}$

$= 4,637 m^3$

2. Perhitungan Volume penampungan (storasi) setelah hujan usai :

Ditetapkan:

Diameter sumur (D) = 100 cm

Kedalaman sumur (H) = 200 cm

K tanah geluh kelanauan= 2 cm/jam = 0,48 m/hari = 0,48

$m^3/m^2/hari$ dan sebagai Kvertikal (Kv), dipakai untuk dinding

tidak kedap;

$K_h = 2 K_v = 0,96 m/hari.$

Durasi hujan (te)= 0,90. R 0,92

$$= 0,906368^{0,92}$$

$$= 42 \text{ menit} = 0,7 \text{ jam}$$

Untuk dinding tidak kedap digunakan $K_{rata-rata}$:

$$K_{rata-rata} = K_v \cdot A_h + K_h \cdot A_v / A_t + A_v$$

$$A_h = \text{luas alas sumur} = \frac{1}{4} \cdot \mu \cdot D^2 = 0,785 \text{ m}^2$$

$$A_v = \text{luas dinding sumur} = \mu \cdot D \cdot H = 6,28 \text{ m}^2$$

$$A_{total} = 7,065 \text{ m}^2$$

Kisah Sukses dalam Mengatasi Banjir

Kisah sukses kampung kota tidak lepas dari beberapa isu yang muncul di wilayahnya; setiap kota memiliki rencana atau ide untuk menangani masalah yang sudah ada. Salah satu isu lingkungan yang menjadi salah satu studi kasus di RT 13 Kelurahan Kenali Besar Kecamatan Alam Barajo Kota Jambi adalah kekeringan. Pada musim kemarau, sumber air terganggu, dan lingkungan sekitar tergenang air, dengan kebiasaan masyarakat membuang sampah ke badan air. Ide membuat lubang resapan biopori yang berisi sampah organik pun menyusul. Lubang biopori dapat digunakan untuk membuat kompos dan membantu tanah menyerap air. Lubang biopori merupakan pilihan terbaik untuk area dengan lahan terbuka sempit karena tidak membutuhkan banyak ruang dan mudah dibuat. Jurnal seminar nasional (2019) oleh Edwin Permana dan rekan.

Selain itu, Kelurahan Glintung yang berada di RW 23, Kelurahan Purwantoro, Kecamatan Blimbing, Kota Malang, merupakan kelurahan yang juga sudah mengatasi masalah drainase. Ada 1088 orang yang tinggal di Kampung Glintung, sebuah desa di tengah kota dengan 861 orang dewasa dan 227 balita. Pengelola 3G telah menyusun roadmap berdasarkan analisis potensi Glintung untuk mengubah desa Glintung menjadi desa wisata edukasi berbasis lingkungan. Roadmap tersebut terdiri dari tiga tahap: 1) membangun infrastruktur lingkungan, seperti gorong-gorong, pot dan media tanam; 2) membangun sumur biopori, hidroponik, dan aquaponik, serta mendaur ulang limbah, guna memajukan terciptanya Gemar, atau "Gerakan Hemat Air", yang merupakan lambang Glintung; 3) membangun departemen sumber daya manusia yang akan mengelola Glintung secara profesional sebagai bagian dari superstruktur lingkungan.

Dari kisah diatas, keberhasilan beberapa kota dalam mengatasi permasalahan drainase dapat digunakan sebagai percontohan jika terajadi genangan hingga banjir dapat diatasi dengan menggunakan lubang resapan biopori dan sumur resapan, dengan fungsi yang sama yaitu dapat mengurangi maupun menyerap genangan air hujan.

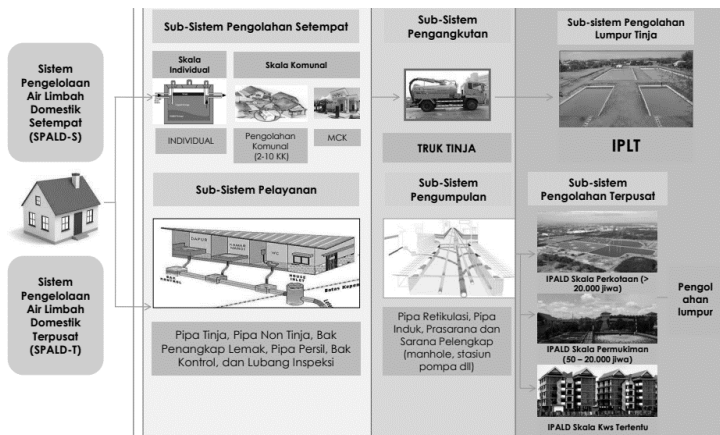
C. Jaringan Air Limbah

Perkembangan permukiman selalu seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk sehingga kebutuhan akan lahan juga meningkat, sehingga perlu adanya aspek penataan lingkungan yang perlu diperhatikan. Terdapat beberapa aspek dalam lingkungan diantaranya prasarana Pembuangan air limbah. Menurut Puji Retno dalam jurnal Perencanaan Pengolahan Air Limbah, Pada tahun 2014, Puji Retno menulis dalam jurnal Wastewater Treatment Planning bahwa tingkat kenyamanan hidup seseorang ditentukan dari seberapa terpenuhi kebutuhannya, yang meliputi ketersediaan sarana dan prasarana sanitasi lingkungan. Prasarana lingkungan adalah kelengkapan fisik yang mendasar dari lingkungan perumahan. Menurut buku Sofyan Iskandar dkk. ("Sistem Pengelolaan Air Limbah Rumah Tangga" halaman 1), sistem air limbah terdiri dari berbagai limbah cair dari permukiman dan rumah tangga yang dibuang melalui saluran yang disediakan oleh permukiman. sistem pelayanan sanitasi terdapat jaringan perpipaan, unit pengolahan air limbah, dan melayani sekelompok rumah tangga pada skala permukiman.

Ada dua jenis sistem pengelolaan sampah domestik/perumahan, menurut Joy (2011) dan Hasan et al. (2018): sistem pengelolaan air limbah setempat (on-site) dan terpusat (off-site). Sistem pengelolaan air limbah setempat (on-site system), yaitu sistem dimana fasilitas pengelolaan air limbah berada dalam persil atau batas tanah yang dimiliki, fasilitas sanitasi individual seperti septic tank. Sistem pengelolaan air limbah terpusat (offsite system) atau sistem sewerage, yaitu sistem dimana fasilitas pengelolaan air limbah berada di luar persil atau dipisahkan dengan batas jarak atau tanah yang menggunakan perpipaan untuk mengalirkan air limbah dari rumah-rumah secara bersamaan dan kemudian dialirkan ke IPAL.

Salah satu Peraturan Pemerintah yang mengatur mengenai pengelolaan air limbah antara terdapat dalam Peraturan Pemerintah No. 16/2005 tentang Pengembangan Sistem Perencanaan Air Minum. Sistem pengelolaan air limbah dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- Sistem setempat (on-site system), dimana air limbah (*black dan grey water*) langsung diolah di masing – masing rumah tangga.
- Sistem terpusat, di mana air limbah dialirkan melalui perpipaan ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL) biasanya dikelola oleh pemerintah.
- Hibrida, merupakan modifikasi dari kedua sistem yang ada.



Gambar 25 Konsep Pengelolaan Air Limbah Domestik

Sumber: (Permen PUPR No.4 Tahun 2017)

Menurut Muti (2011), ada dua jenis air limbah yang berbeda: air limbah greywater dan air limbah blackwater. Pengolahan Air Limbah Domestik Menurut interpretasi Soeparmin dalam Ginting (2006), pengolahan air dapat berupa salah satu dari dua bentuk:

- 1) Mendistribusikan air limbah tanpa pengolahan awal yang jauh dari area pemukiman.
- 2) Mendispersikan air limbah yang diolah setelah dilepaskan ke alam. Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi jika air limbah dibuang begitu saja tanpa diolah terlebih dahulu, antara lain:
 - Tidak sampai mengotori sumber air minum.
 - Tidak menjadi tempat berkembang biaknya berbagai bibit penyakit dan vector.
 - Tidak mengganggu kesenangan hidup misalnya dari segi pemandangan dan bau. Tidak mencemarkan alam sekitarnya seperti merusak tempat rekreasi berenang dan sebagainya.

Kawasan permukiman secara alamiah akan menghasilkan limbah dalam bentuk air limbah yaitu yang berasal dari kamar mandi, tempat cuci piring, dan tempat memasak, yang disebut dengan istilah greywater sedangkan air limbah yang berasal dari buangan WC/jamban, yang disebut dengan blackwater serta sampah rumah tangga. Purwanto (2004) mengidentifikasi sumber air limbah di Jessica C.C. (2015) sebagai air limbah dari rumah (air

limbah domestik), khususnya air limbah dari pemukiman penduduk. Ada dua kategori umum untuk air limbah rumah tangga diantaranya sebagai berikut:

1) **Grey Water**

a. **Pengertian Grey Water**

Air limbah dari dapur dan cucian dikenal sebagai *Grey Water*. Biasanya berupa minyak dan limbah sabun. Sullage adalah nama lain dari grey water. Ekskreta adalah kombinasi feces dan urin. Kotoran mengandung mikroba yang dapat menyebabkan penyakit. Meskipun terdapat kontaminan lain, ekskreta ini berfungsi sebagai cara utama penularan penyakit bawaan.

Oleh karena itu bila dibuang langsung ke saluran drainase dan terkoneksi dengan jaringan lain sampai dibuang di sungai hingga muncul mikroba maka sungai menjadi tercemar, atau kalau langsung diresapkan ke dalam tanah, maka tanahnya yang tercemar.

Menurut Lita, Valentina (2008), ada dua jenis *Grey Water* yaitu *light-grey water* (berasal dari *bathroom sink, shower, bathtubs dan laundry*) dan *dark-grey water* (berasal dari dapur) (Lita, Valentina, 2008). Produksi limbah greywater rumah tangga menyumbang sekitar 70-75% dari total produksi air limbah rumah tangga rendah polutan. Terkait dengan produksi air limbah graywater dalam jumlah besar, Limbah graywater menyumbang antara 70% dan 80% dari pencemaran badan air yang disebabkan oleh produksi air limbah greywater dalam jumlah besar. Namun demikian, limbah grey water dalam jumlah yang signifikan sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih alternatif baru jika limbah tersebut dikelola dengan baik.

Pengolahan air limbah greywater, atau gagasan untuk menggunakan kembali (reuse) limbah cair dari greywater, dapat dijadikan sebagai sumber air bersih baru karena tersedianya pengolahan air limbah untuk mengurangi pencemaran air. Karena rendahnya kualitas air bersih, penggunaan limbah cair grey water untuk hal-hal seperti toilet, irigasi tanaman, cuci mobil, dan cuci jendela masih terbatas (Khotimah et al., 2021).

Air limbah buangan ini yang jumlahnya cukup besar dihasilkan oleh setiap penduduk di satu wilayah, dari tiap-tiap orang menghasilkan air buangan sebesar 75 m³/hari. Dengan jumlah yang besar apabila dibuang ke badan-badan aliran permukaan tanpa ada pengolahan terlebih dahulu, dengan jangka waktu yang panjang akan

menimbulkan degradasi lingkungan. Oleh karena itu, sistem pengolahan limbah domestik grey water mengupayakan adanya pengolahan di tiap lingkungan permukiman secara semi komunal dan komunal yang dilakukan dengan sistem pembuangan terpusat (off site system) yaitu sistem sanitasi yang berada di luar daerah persil (batas tanah yang dimiliki) yang kemudian dibuang ke suatu tempat pembuangan (disposal site) yang aman dan sehat sesuai dengan kriteria baku mutu dan besarnya limpahan.



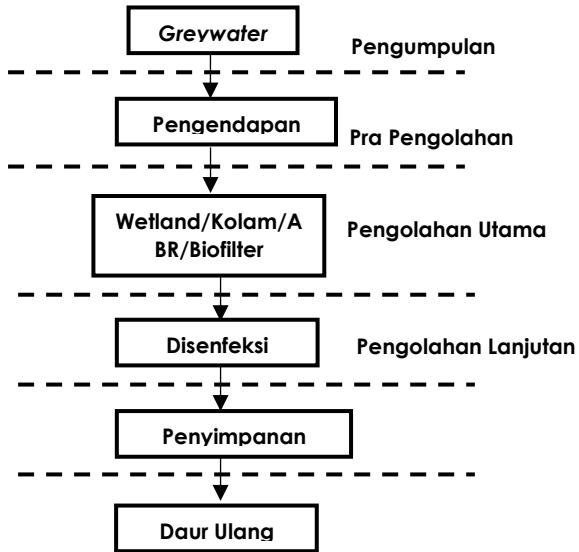
Gambar 26 Limbah Grey Wafer

Sumber: Dokumentasi, 2022

b. Pengolahan Grey Water

Seringkali limbah dapur, pencuci piring dan kamar mandi (bisa berupa sabun yang digunakan untuk piring, mandi, cucian dan minyak goreng) dibuang langsung ke parit atau sungai oleh masyarakat. Namun, limbah harus diolah terlebih dahulu dan digunakan kembali agar tidak merusak lingkungan sekitar dengan contoh salah satunya yaitu air olahan limbah yang biasanya dapat digunakan untuk menyiram tanaman.

Skema pengolahan dari limbah grey water yang telah diolah dapat dimanfaatkan Kembali selain itu juga diperlukan pengolahan limbah grey water secara komunal atau skala kota, air buangan atau dibuang ke sungai. Adapun Menurut Delli Noviarti R. (2019) dalam Jurnal Analisa Infrastruktur Saluran Pembuangan Air Limbah Eksisting terdapat langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam mendaur ulang air limbah *greywater* dapat dilihat pada skema berikut



Gambar 27 Skema Daur Ulang Air Limbah Greywater (Menurut Delli Novianti R. (2019) dalam Jurnal Analisa Infrastruktur Saluran Pembuangan Air Limbah)

Salah satu konsep yang dapat diambil sebagai contoh pengolahan grey water yang diterapkan di permukiman yaitu Ecotech garden (EGA) Dalam penelitian Rintayati, dkk. (2017) dengan judul "Penerapan Ecotech Garden Untuk Kemudahan Pengelolaan Limbah Cair Rumah Tangga Kreatif Bagi Warga Kecamatan Jebres Surakarta", tanaman hias digunakan sebagai metode pengolahan baru untuk limbah domestik grey water dan limbah septic tank.

Mempertimbangkan karakteristik air limbah grey water yang memiliki muatan organik relatif rendah dan kadar nitrogen dan fosfat yang relatif tinggi, pengolahan air limbah dengan EGA merupakan salah satu pilihan pengolahan yang tepat. Karena N dan P dalam air limbah ini merupakan pupuk alami bagi tanaman, maka sistem pengolahannya dapat diimplementasikan dengan teknologi yang sederhana, praktis, mudah perawatannya, dan murah. Memanfaatkan simbiosis mikroorganisme tanah dan akar tanaman penghasil oksigen, pengolahan air abu-abu berbasis fitoremediasi memanfaatkan EGA. Mikroorganisme akan memecah bahan organik dalam air limbah menjadi senyawa yang lebih sederhana yang akan digunakan tanaman sebagai nutrisi. Sistem perakaran tumbuhan air juga akan menghasilkan oksigen, yang dapat digunakan sebagai sumber energi atau katalisator sejumlah proses metabolisme bagi mikroorganisme.

Sementara itu, sistem kerja EGA dimulai dengan pemasangan bendung di selokan untuk mengalirkan grey water ke EGA. Sistem EGA dapat dibangun di pekarangan rumah, taman kompleks perumahan, atau di atas danau alami atau buatan. Unsur hara (pupuk) dan unsur lain yang mencemari air akan dihilangkan oleh EGA. Sementara unsur polutan disaring oleh akar dan media penahan tanaman, unsur pupuk digunakan tanaman untuk tumbuh. Air yang disaring secara biologis yang keluar dari EGA dapat mengalir kembali ke parit di bawah bendung atau ke waduk dan sumber air lainnya. Air yang dikembalikan ke parit atau badan air lainnya lebih baik daripada air yang ada sebelum EGA karena kontaminan di dalam air sudah berkurang.

Pengelolaan Grey Water

Pengolahan air limbah dapat digunakan sebagai cadangan air untuk mendukung keberlanjutan, dan pengelolaan penggunaan air limbah bekas dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti penyiraman ruang terbuka hijau. Ini bisa menghemat hingga 40% air.

2) Black Water

a. Pengertian Black Water

Black water, Tinja (faeces) atau air buangan kloset Urine (air seni) yang biasanya mengandung mikroorganisme serta nitrogen (N) dan fosfor, serta air limbah dari toilet, keduanya berpotensi mengandung mikroba patogen. Sanitasi on-site biasanya menggunakan unit pengelolaan berupa septic tank dan resapan tanpa unit pengolahan untuk mengelola greywater dan blackwater. Di kawasan pemukiman, pengelolaan semacam ini terkadang akan mencemari tanah dan air tanah.

Air limbah rumah tangga umumnya terdiri dari black water, yang terdiri dari kotoran atau hasil buangan yang berasal dari manusia (Naido, dkk, 2013). Pengelolaan awal air limbah jenis ini biasanya dilakukan oleh masyarakat menggunakan teknologi dengan sistem on site, yaitu dengan membangun septic tank individu/cubluk dalam menampung air limbahnya, jika langsung dialirkan ke sungai hal ini dapat mencemari lingkungan dan berdampak buruk bagi kesehatan, sehingga terjadi pelanggaran terhadap baku mutu/pencemaran lingkungan.



Gambar 28 Limbah Black Water
Sumber: Dokumentasi 2022

Dalam mengatasi air limbah yang berkelanjutan biasanya membutuhkan bakteri pengurai dalam mengurangi lumpur tinja, biasanya dengan menggunakan biority yang ramah lingkungan, alat ini menggunakan material yang terbuat dari bahan yang tahan korosi, dengan technocell yaitu sebuah teknologi yang mampu memberikan ruang pada bakteri pengurai untuk berkembang biak dan mempercepat sedimen lumpur. Air buangan dari biority ini bersih, dan ramah lingkungan. Sehingga dapat melindungi tanah dari pencemaran

b. Pengolahan Black Water

Pola pembuangan *black water* ada yang individual dengan septic tank, komunal atau septic tank komunal, ada yang langsung ke tanah dilubangi atau cublug, ada yang langsung ke saluran drainase atau sungai atau irigasi.

Biasanya juga dapat ditampung dengan vol tertentu diangkat pakai tanki tinja, hal tersebut biasanya dilakukan jika memiliki luas lahan yang lebih besar agar terhindar dari pencemaran tanah. Selain itu pengolahn limbah ini dapt dilakukan skala kota maupun dialirkan secara komunal salah satu kampung kota yang telah berhasil dalam mengolah limbah tersebut adalah Kampung Sanitasi Tlogomas.

Pengelolaan black water, dilakukan menerapkan sistem tangki septik dengan bidang resapan secara on site (setempat). Sistem on site yaitu

suatu sistem pengelolaan limbah yang berada di dalam persil (batas tanah yang dimiliki) atau dengan kata lain pada titik dimana limbah tersebut timbul. Pengembangan pengelolaan limbah ini dengan sistem tangki septik memerlukan ketersediaan sarana dan prasarana berupa:

- Tangki septik di tiap rumah dengan periode pengurasan 2-3 tahun,
- Armada pengangkut tinja, dan
- Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) skala pelayanan >100.000 jiwa dengan proses pengolahan limbah black water

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)

Yang dimaksud dengan "Instalasi Pengolahan Air Limbah" adalah fasilitas yang mengolah limbah cair (dari toilet, mesin cuci, dan kamar mandi). Biasanya, di lingkungan masyarakat lebih dikenal untuk IPAL dari limbah kotoran padat (tinja) dari wc yang dikenal dengan istilah septic tank.

IPAL itu sendiri dapat dibagi menjadi dua kategori menurut cara penggunaannya: IPAL mandiri untuk individu, keluarga, dan bangunan, dan IPAL komunal yang digunakan oleh kelompok masyarakat dalam satu kesatuan wilayah tertentu.

Beberapa Subsistem Pengolahan setempat membentuk komponen SPAL Domestik setempat, yang mengumpulkan dan mengolah air limbah domestik (black water dan grey water) di lokasi sumber. Kapasitas pemrosesan meliputi:

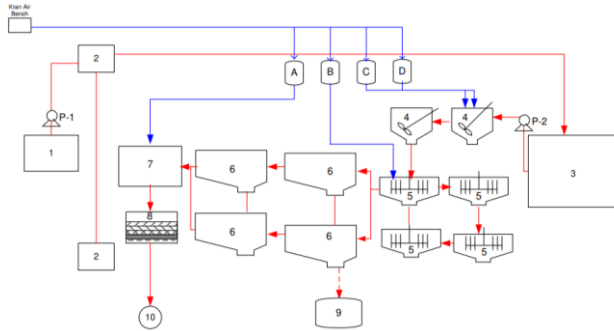
- 1) Skala Individual dapat berupa Cubluk Kembar, Tangki Septik dengan bidang resapan, biofilter dan unit pengolahan air limbah fabrikasi; dan
- 2) Skala Komunal dapat berupa tangki septik komunal, biofilter, dll yang diperuntukkan:
 - 2 (dua) sampai dengan 10 (sepuluh) unit rumah tinggal ; dan
 - Mandi Cuci Kakus (MCK), dapat berupa permanen dan non permanen (*Mobile Toilet*) untuk melayani sampai dengan 200 jiwa.

Sementara itu, sambungan rumah tangga, jaringan perpipaan (bak kontrol dan lubang pengolahan), dan unit pengolah limbah menjadi instrumen IPAL Komunal. Terdapat fasilitas pengolahan sampah di pemukiman penduduk maupun yang jauh dari rumah pengguna IPAL komunal.

1. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) skala Individu

Layanan untuk satu unit atau bangunan perumahan industri termasuk dalam skala individu dari sistem pengolahan limbah individu. Bak aerobik

biasanya digunakan untuk pengolahan air limbah industri. Ruang kedap udara yang digunakan untuk mengendapkan limbah industri disebut bak aerobik. Satu bangunan industri termasuk dalam sistem pengolahan air limbah individu dengan skalanya sendiri.



Gambar 29 Skema Aliran IPAL Skala Individu

Sumber: Priadie, 2017 dengan judul penelitian *Potensi Ipal Skala Individu Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Di Pekalongan*

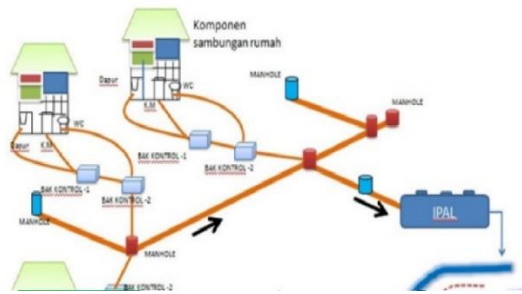
Keterangan :

- Perpipaan Air Bersih
- Perpipaan Air Limbah

- 1 : inlet limbah batik
- 2 : bak kontrol
- 3 : bak penampungan air limbah batik
- 4 : tangki pengaduk cepat (koaguasi) volume @60 l, 2 unit
- 5 : tangki pengaduk lambat (flokulasi) volume @60 l, 4 unit
- 6 : tangki sedimentasi volume @250 l, 4 unit
- 7 : tangki netralisasi volume @250 l, 1 unit
- 8 : tangki filtrasi volume @ 100 l, 1 unit
- 9 : tangki pengering lumpur volume @ 150 l, 1 unit
- 10 : outlet hasil dari pengolahan
- A : tangki pembubuh netralisasi (asam sulfat), volume 60 L
- B : tangki pembubuh (polimer), volume 60 L
- C : tangki pembubuh koagulan (AFC), volume 60 L
- D : tangki pembubuh koagulan (kapur), volume 60 L
- P-1 : pompa dari inlet limbah batik produksi menuju bak penampungan
- P-2 : pompa dari bak penampungan ke tangki pengaduk cepat (koagulasi)

2. Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Skala Komunal

Gagasan pembangunan berbasis masyarakat digunakan untuk mengembangkan IPAL komunal. Artinya, masyarakat dilibatkan dalam setiap tahapan pembangunan, mulai dari perencanaan, konstruksi, hingga operasi dan pemeliharaan. Menurut Afandi (2013), komunitas pengguna layanan berbasis masyarakat biasanya membentuk lembaga pengelola untuk pembangunan dan pengoperasian fasilitas pengolahan air limbah. Sistem pengelolaan sumber daya alam dimana masyarakat lokal berpartisipasi aktif dalam proses pengelolaan sumber daya alam yang terkandung di dalamnya merupakan contoh pengelolaan berbasis masyarakat. Menurut penelitian Prihandrijanti dan Firdayati (2011), sistem pengelolaan air limbah domestik komunal cocok untuk daerah perkotaan karena merupakan solusi untuk daerah dengan tingkat kepadatan tinggi dan lebih menguntungkan untuk dioperasikan dan dipelihara.



Gambar 30 Skema Jaringan Perpipaan IPAL Komunal

Sumber: *dpu.kulonprogo*

Air limbah adalah sebutan untuk limbah cair yang berasal dari proses industri, air mandi, limbah mesin cuci, dan limbah wastafel. Mayoritas air limbah yang dibuang ke sungai dan mencemarkannya adalah air limbah dari limbah rumah tangga (limbah domestik). Menurut Nelwan (2011), limbah domestik menyumbang antara 50 hingga 75 persen beban organik di sungai. Berbagai penyakit pada saluran pencernaan, penyakit pernapasan, dan penyakit lainnya akan muncul akibat pembuangan limbah yang tidak tepat.

Sarana pengolahan dapat diarahkan ke sumur resapan atau langsung dibuang ke sungai atau badan air lainnya. Fasilitas untuk sistem komunal dibangun untuk melayani kelompok rumah tangga

atau MCK umum. Bangunan untuk pengolahan air limbah ini dapat digunakan di desa-desa yang penduduknya tidak mampu membangun septic tank sendiri di rumahnya (Rhomaidhi, 2008).

Berdasarkan buku Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat Skala Perumahan oleh Iskandar Sodian dkk. (2016:6), ada lima faktor mendasar yang berkontribusi terhadap keberlanjutan fasilitas sanitasi perumahan yaitu sebagai berikut:

- **Penyiapan masyarakat dilakukan dengan benar**, artinya menandakan bahwa selain sosialisasi, masyarakat sebenarnya membutuhkan sarana sanitasi yang tentunya membutuhkan proses yang memakan waktu. Sebaiknya pilih lokasi berdasarkan kesiapan komunitas untuk terhubung ke sistem dan memberikan kontribusi. Sebaiknya penentuan lokasi berdasarkan kesiapan masyarakat untuk menyambung ke sistem, untuk kontribusi dan sebagainya.
- **Sistem harus dibangun dengan benar**, artinya secara fisik dibangun memenuhi standar konstruksi, dan secara teknis hidrolis memungkinkan berjalan dan mampu melayani daerah pelayanan. Kita banyak menemui contoh bahwa sistem yang dibangun tidak bisa digunakan karena pipa outlet yang berada di bawah badan air/saluran, atau pipa servis yang berada di atas ketinggian salauran dari WC di daerah pelayanan. Penentuan daerah pelayanan harus memperhitungkan posisi ketinggian IPAL. Beberapa temuan di lapangan menunjukkan bahwa posisi pipa servis berada pada kedalaman yang kurang, sehingga pipa dari wc rumah tangga yang sudah ada tidak bisa dialirkan ke pipa servis.
- **Kelembagaan pengelola harus berjalan**, karena sistem komunal/perumahan ini menjadi barang publik terutama jaringan pipa dan IPALnya, sehingga perlu ada lembaga pengelola. Tentunya lembaga pengelola ini harus disiapkan dan harus memahami apa saja tugasnya. Lembaga pengelola ini kalau dalam konteks SANIMAS USRI harus dipilih dari pengguna.
- **Iuran disepakati dan berjalan**. Operasi sistem sanitasi skala perumahan akan memerlukan pembiayaan untuk memelihara komponen yang mengandung unsur logam, misalnya tutup manhole, agar tidak korosi perlu dilakukan pengecatan secara berkala. Menambal manhole yang rusak karena benturan, pengurasan lumpur, dll.
- **Pembiayaan oleh pemda juga sangat penting**, baik untuk pemeliharaan maupun perluasan pelayanan. Minimal pemda melakukan monitoring untuk memastikan sistem tetap dipelihara dan beroperasi dengan baik.

Kampung Sanitasi Tlogomas (MCK Terpadu Tlogomas)

Salah satu kampung kota di Kota Malang cenderung kumuh yaitu Kampung Sanitasi Tlogomas. Penyebab dari kumuhnya kampung ini adalah karena rendahnya kesadaran warga terhadap kebersihan lingkungan. Kebiasaan masyarakatnya yaitu melakukan aktivitas MCK di sungai karena belum memiliki sanitasi yang memadai. MCK Terpadu Tlogomas merupakan pengolahan limbah rumah tangga yang di gagas oleh seorang Agus Gunarto pada tahun 1984. Ide tersebut di gagas oleh bapak Agus Gunarto karena banyak ditemukan permasalahan di desa tersebut. Permasalahan yang terjadi di masyarakat adalah kurangnya kesadaran masyarakat untuk membuang limbah cair rumah tangga pada tempatnya, penyediaan lahan untuk memakai sistem pengolahan limbah cair rumah tangga secara terpadu, dan penyediaan dana yang kurang. Seiring berjalannya waktu, dengan melihat kondisi di Kampung Sanitasi Tlogomas tersebut muncullah sosialisasi terhadap masyarakat mengenai peduli lingkungan.

Pengelolaan limbah rumah tangga dengan menggunakan (Instalasi Pengolahan Air Limbah) IPAL yang terdapat di kampung tersebut dibuat untuk memenuhi kebutuhan 80 KK. Program sanitasi lingkungan ini berhasil membuat warga setempat menghilangkan kebiasaan buruk mereka. Di Kampung tersebut memiliki 2 IPAL, akan tetapi berdasarkan wawancara dengan salah satu warga yang menjadi pengelola atau penjaga kawasan tersebut menyatakan bahwa terdapat 1 (satu) IPAL yang kini sudah tidak difungsikan lagi karena telah penuh dan tidak dapat menampung kembali pembuangan limbah warga. Kini, beralih pada IPAL yang biasa di sebut dengan MCK Terpadu dengan CBSS (*Community Based Sewer System*). IPAL yang disebut MCK Terpadu ini memiliki keunikan yaitu terdapat kolam-kolam yang menjadi sistem kerja dari pengelolaan limbah tersebut. Jadi, pembuangan air limbah ini tidak langsung dibuang ke sungai.

Teradapat 4 kolam dari proses pengelolaan MCK terpadu ini dan memiliki fungsi masing-masing. Kolam pertama berfungsi sebagai penghancur dari limbah rumah tangga yang kemudian di alirkan ke kolam pertama yang memiliki fungsi sebagai tempat pemisah antara air dan limbah yang telah dihancurkan pada kolam pertama. Pada kolam ketiga memiliki fungsi sebagai aliran air yang telah terpisah dari limbah pada kolam kedua. Pada kolam ini, tidak hanya sebagai aliran air biasa. Tetapi difungsikan juga sebagai air yang digunakan pada penghijauan tanaman, yaitu tanaman hidroponik. Dan kolam terakhir yaitu sebagai saringan yang kemudian air tersebut dapat digunakan kembali dan dialirkan ke sungai. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar-gambar di bawah ini.



(a). Kolam Pertama sebagai Penghancur



(b). Kolam Kedua Tempat Endapan



(c). Kolam Ketiga Aliran Air Terpisah



(d). Kolam Keempat Penyaring dan Penggunaan Kembali Air Kotor

Gambar 31 Proses Pengelolaan Sanitasi Tlogomas

Sumber: Dokumentasi 2022

Pengelolaan sanitasi berupa MCK terpadu ini setiap 1 tahun atau maksimal 2 tahun harus dibersihkan endapannya guna menjaga fungsi dari setiap kolam tersebut. Endapan tersebut tidak dibuang tetapi dimanfaatkan sebagai kebutuhan pupuk. Hasil endapan dari setiap kolam tersebut dibersihkan setiap satu tahun sekali. Hasil endapan tersebut yang kemudian digunakan untuk campuran dalam pembuatan pupuk Pokat. Kolam dibersihkan setiap hari untuk membersihkan kotoran dari daun-daundan sampah yang masuk dalam kolam tersebut.

Berdasarkan buku putih sanitasi (3-15) bahwa Teknologi yang dipakai adalah septik tank berbentuk sumur dengan penampung pemecah di tengahnya. Kemudian dialirkan melewati kisi-kisi menuju ke kolam, pada kolam ini diberi tanaman Eceng Gondok yang berfungsi untuk menyerap logam berat. Setelah dilewatkan ke beberapa saringan kemudian disalurkan menuju ke Sungai Brantas.

Pengolahan Limbah *Black Water* Menjadi Energi Biogas

Dalam penelitian Eddy Lybrech Talakua yang berjudul "*Pemanfaatan Tinja Manusia Sebagai Bio Energi Alternatif Melalui Perancangan Sistem Instalasi Pipa Pembuangan Septik-Tank Tersentralisasi Pada Perencanaan Pembangunan Perumahan*". Penelitian ini dilakukan di Kota Surabaya diaman Sistem pemanfaatan dan pengolahan limbah manusia masih belum ditinjau dan ditangani lebih serius, maka limbah manusia masih terbuang dalam model lama menggunakan Septik-Tank resapan dalam rumah keluarga. Sehingga bahan baku (kotoran manusia) yang seharusnya bisa digunakan sebagai produksi energi alternatif sebagai kebutuhan dasar umat manusia, tidak terbuang percuma dengan metode pembuangan yang selama ini ada. Pengaturan saluran

pembuangan limbah manusia melalui perancangan sistem instalasi pipa pembuangan dari masing-masing Septik-Tank rumah keluarga untuk di komulatifkan pada wadah penampungan terpusat sebagai tempat proses fermentasi untuk menghasilkan gas metan yang selanjutnya diubah menjadi bentuk energi gas dan listrik. Adapun langkah-langkah dalam perhitungan jumlah perancangan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

1. Perancangan dan Pembuatan Septi-Tank
Septik-tank yang dibuat merupakan prototype dari septik-tank yang ada pada rumah tangga.

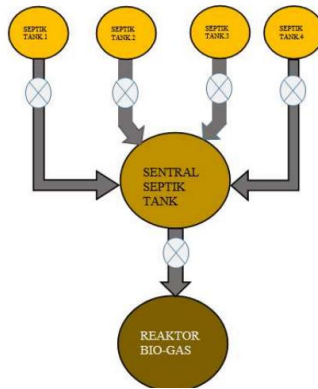
Bahan : Beton Beus berdiameter ϕ 80 CM
Spesifikasi :
Diameter (ϕ) = 80 CM
Tinggi = 1 M
Volume = 0.5 M3

Septik-Tank tersebut diberi penutup atas dan bawah berdiameter ϕ 100 CM dan diberi saluran untuk pemasangan alat ukur tekanan gas serta pipa saluran pembuangan yang menuju ke sentral Septik-tank berbahan. Pipa pvc berdiameter 2 inci . antara badan septi-tank dengan penutup atas dan bawah diberi seal berbahan karet. Tujuannya agar septik-tank kedap udara. Dan tidak bocor. Septik-tank tersebut dibuat sebanyak 4 (empat) unit.

2. Perancangan dan Pembuatan Sentral Septi-Tank
Sentral Septi-tank yang dibuat merupakan prototype dari sentral septik-tank yang berada pada masing-masing RT (Rukun Tetangga)

Bahan : Beton Beus 200 CM X 200 CM X 100 CM
Spesifikasi :
Luas = 200 CM X 200 CM
Tinggi = 100 CM
Volume = 4 M3

Sentral Septik-Tank tersebut diberi penutup atas dan bawah ukuran 200 CM X 200 CM dan diberi saluran untuk pemasangan alat ukur tekanan gas serta pipa saluran pembuangan yang menuju ke Reaktor Bio-Gas (Gigestor) berbahan. Pipa pvc berdiameter 4 inci . antara badan septi-tank dengan penutup atas dan bawah diberi seal berbahan karet. Tujuannya agar Sentral septik-tank kedap udara. dan tidak bocor. Sentral Septik-Tank tersebut dibuat sebanyak 1 (satu) unit



Gambar 32 Sistem Instalasi Pipa Tersentralisasi (Tampak atas)

Sumber: Pemanfaatan Tinja Manusia Sebagai Bio Energi Alternatif Melalui Perancangan Sistem Instalasi Pipa Pembuangan Septik-Tank Tersentralisasi Pada Perencanaan Pembangunan Perumahan

3. Perancangan dan Pembuatan Reaktor Bio-Gas (Digester)
Reaktor Bio-Gas (Digester) yang dibuat merupakan prototype dari Reaktor Bio-Gas Fix-Dome yang berada pada masing-masing RT (Rukun Tetangga)

Bahan : Beton Beus 200 CM X 200 CM X 100 CM

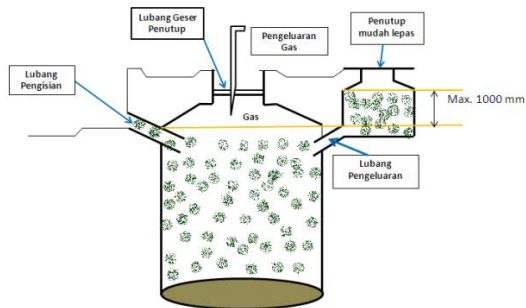
Spesifikasi :

Luas = 200 CM X 200 CM

Tinggi = 100 CM

Volume = 4 M3

Digester tersebut diberi penutup atas dan bawah berukuran 200 CM X 200 CM dan diberi saluran untuk pemasangan alat ukur tekanan gas . Antara badan Digester dengan penutup atas dan bawah diberi seal berbahan karet. Tujuannya agar Digester kedap udara. dan tidak bocor. Digester tersebut dibuat sebanyak 1 (satu) unit.



Gambar 33 Reaktor Bio Gas Model Fixed Dome

Sumber: Pemanfaatan Tinja Manusia Sebagai Bio Energi Alternatif Melalui Perancangan Sistem Instalasi Pipa Pembuangan Septik-Tank Tersentralisasi Pada Perencanaan Pembangunan Perumahan

4. Perancangan dan Pembuatan Instalasi Pipa Tersentralisasi

Instalasi pipa pembuangan tersentralisasi menggunakan bahan pipa PVC (paralon) dengan spesifikasi sebagai berikut.

 - Pipa penghubung dari Septik-Tank rumah tangga ke sentral septiktank :

Bahan : PVC

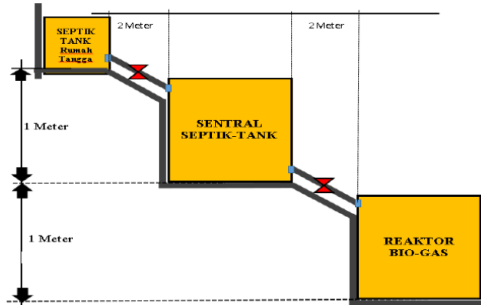
Diameter : 3 Inchi

Panjang : 2 Meter
 - Pipa penghubung dari sentral septik-tank ke reaktor bio-gas :

Bahan : PVC

Diameter : 5 Inchi

Panjang : 2 Meter



**Gambar 34 Sistem Instalasi Pipa Pembuangan Septik-Tank Tersentralisasi
(Tampak samping)**

Sumber: Pemanfaatan Tinja Manusia Sebagai Bio Energi Alternatif Melalui Perancangan Sistem Instalasi Pipa Pembuangan Septik-Tank Tersentralisasi Pada Perencanaan Pembangunan Perumahan

Teknik penyambungan dari pipa ke badan septik-tank menggunakan sok drat dalam yang sesuai dengan ukuran diameter pipa. Pada masing-masing batang pipa penghubung dipasang katub (valve) satu

5. Teknik Pengukuran Tekanan Gas

Pengukuran tekanan gas dilakukan pada :

- Ke empat septik-tank.
- Sentral Septik-Tank.
- Reaktor Bio-Gas

Periode waktu pengukuran pada ke 3 sampel alat adalah :

- Per – Hari.
- Per – Minggu.
- Per – Bulan.

6. Hasil Pengukuran Tekanan Gas

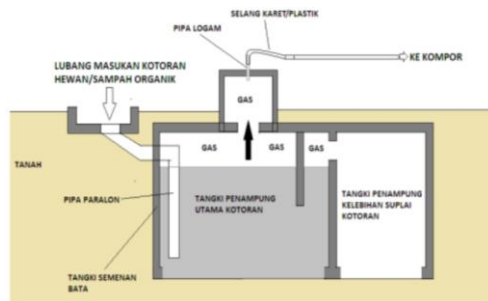
- a) Pengukuran Tekanan Gas pada Septik-Tank per – Minggu
- b) Pengukuran Tekanan Gas pada Sentral Septik-Tank Per – Minggu

c) Pengukuran Tekanan Gas pada Reaktor Bio-Gas Per-Minggu

Kisah Keberhasilan Pengembangan Biogas Dari Tinja Manusia

Salah satu peneliti Aszhura, dkk (2020) melakukan penelitian Potensi Sumber Biogas Berbasis Tinja Pada Suatu Cluster Perumahan yang terletak di perumahan Desa Panjerejo Kecamatan Rejotangan sebagai lokasi untuk mengetahui pembuatan kotoran manusia sebagai biogas.

Pada masa depan akan terjadi kehabisan bahan bakar minyak, akibatnya wilayah negara maju memulai mengerjakan pengelolaan digunakan dalam menggantikan permasalahan sedikitnya BBM dan kekurangan gas LPJ pada masa depan nanti, salah satu yang dilakukan adalah memproduksi energy alternative dengan bahan dasar kotoran manusia biasanya dinamakan dengan BioGas/Bio-Fuel. Akan tetapi, system pengelolaannya dan prosesnya masih menggunakan septik-tank yang meresap kotoran manusia. Jadi bahan utama atau limbah manusia yang sepatutnya dapat dibuat untuk penghasilan tenaga alternative untuk keperluan umum masyarakat, supaya tidak terbuang sia-sia menggunakan cara pembuangan yang ada. Tujuan kegiatan ini adalah untuk mengetahui proses prosedur membuang kotoran manusia dalam proses system perlengkapan pipa pembuangan tiap-tiap rumah dengan dikumulatikan di wardah pembuangan pusat untuk proses fermentasi untuk menghasilkan gas metana yang dirubah dalam tenaga gas ke listrik. Penemuan ini digunakan untuk mengetahui bagaimana cara membuat biogas dari kotoran manusia. Perolehan dari penemuan ini memperlihatkan penambahan gas metana dan sentral septik-tank pada beberapa rumah tangga. Simpulannya kotoran manusia dapat dijadikan sebagai pengganti gas LPJ untuk mengurangi bahan bakar minyak bumi.



Gambar 35 Proses Pembuatan Biogas Berbasis Tinja
Sumber: Jurnal Potensi Sumber Biogas Berbasis Tinja Pada Suatu Cluster Perumahan. Aszhura, dkk (2020)

D. Jaringan Persampahan

Arus pembangunan yang terjadi tiap tahunnya pada setiap perkotaan besar dapat memberikan dampak yang cukup tinggi pada pertumbuhan penduduk. Infrastruktur dasar yang lebih baik untuk pelayanan publik juga diperlukan sebagai akibat dari peningkatan jumlah penduduk yang tidak berkorelasi langsung dengan pertumbuhan berbagai sektor penunjang kehidupan lainnya, seperti sektor permukiman dan perumahan yang berkembang pesat. Akibatnya, infrastruktur jaringan persampahan di permukiman merupakan salah satu infrastruktur yang harus diperhatikan kelestariannya. Sampah, menurut World Health Organization (WHO), adalah segala sesuatu yang dibuang sebagai akibat dari aktivitas manusia atau yang tidak digunakan, disukai, atau digunakan.

Pengolahan sampah yang berkelanjutan dalam meminimalisir sampah-sampah rumah tangga baik sampah organik maupun anorganik, biasanya terdapat beberapa Program di setiap permukiman salah satunya yaitu program pengkomposan sampah organik yang menjadi upaya mereduksi sampah. Metode pengolahan ini, biasanya sampah organik dapat dimanfaatkan kembali dalam bentuk kompos dan akan mempunyai nilai jual. Program ini sangat membantu dalam mengurangi volume sampah yang harus dibawa ke TPA. Selain dari sampah organik, sampah anorganik juga dapat didaur ulang yang bernilai ekonomi sebagai sumber pendapatan.



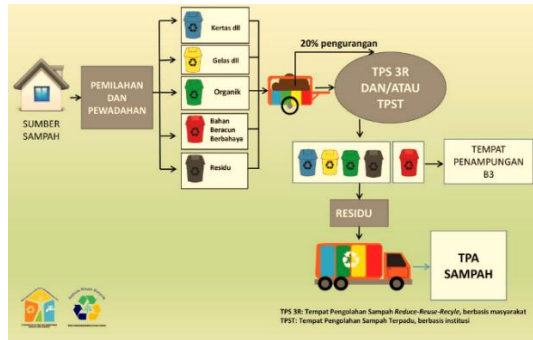
Gambar 36 Tempat Pembuangan Sampah Depan Rumah

Sumber: dokumentasi 2022

Sistem Pengelolaan Sampah

Alur pengambilan sampah dilakukan dengan pengambilan awal yang berasal dari rumah-rumah, pengambilan Sampah dilakukan dengan memperkejakan

warga yang menganggur. Yang selanjutnya tiap-tiap sampah rumah tangga biasanya dapat diwadahi dengan pewadahan sampah seperti pawadahan untuk semua sampah maupun dipisahkan, setelah diangkut atau dijemput dari masing-masing rumah sampah tersebut akan dibawa ke TPS setempat untuk dipilah-pilah terakhir Sampah akan didistribusikan ke TPA. Untuk lebih jelasnya sistem pengelolaan sampah berdasarkan SNI 3242:2008 dapat dijabarkan sebagai berikut



Gambar 37 Sistem Alur Pengelolaan Sampah

*Sumber: Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman
Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan
Perumahan Rakyat (2017)*

Pengelolaan sampah bersifat integral dan terpadu secara berantai dengan urutan yang berkesinambungan yaitu: penampungan/pewadahan, pengumpulan, pemindahan, pengangkutan, pembuangan/pengolahan.

Pengelolaan di sumber sampah permukiman

Pengelolaan sampah di sumber seperti rumah, restoran, toko, sekolah, perkantoran dan lainnya dilakukan sebagai berikut :

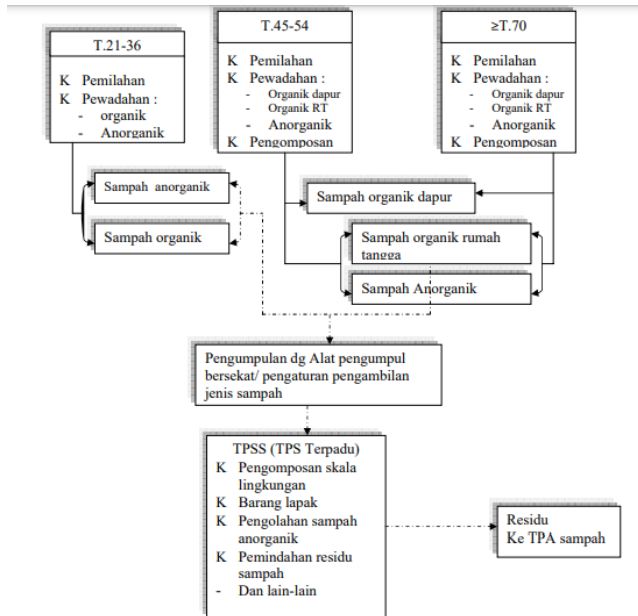
- a) sediakan wadah sampah minimal 2 buah per rumah untuk wadah sampah organik dan anorganik ;
- b) Tempatkan wadah sampah anorganik di halaman bangunan
- c) Pilah sampah sesuai jenis sampah . Sampah organik dan anorganik masukan langsung ke masing-masing wadahnya;
- d) Pasang minimal 2 buah alat pengomposan rumah tangga pada setiap bangunan yang lahannya mencukupi;
- e) masukan sampah organik dapur ke dalam alat pengomposan rumah tangga individual atau komunal ;

- f) Tempatkan wadah sampah organik dan anorganik di halaman bangunan bagi sistem pengomposan skala lingkungan.

Pengumpulan dan penyapuan sampah

Pengumpulan dan penyapuan sampah dari sumber sampah dilakukan sebagai berikut :

- a) Pengumpulan sampah dengan menggunakan gerobak atau motor dengan bak terbuka atau mobil bak terbuka bersekat dikerjakan sebagai berikut :
 - 1) Kumpulkan sampah dari sumbernya minimal 2(dua) hari sekali
 - 2) Masukkan sampah organik dan anorganik ke masing-masing bak di dalam alat pengumpul
 - 3) Pindahkan sampah sesuai dengan jenisnya ke TPS atau TPS Terpadu
- b) Pengumpulan sampah dengan gerobak atau motor dengan bak terbuka atau mobil bak terbuka tanpa sekat dikerjakan sebagai berikut :
 - 1) Kumpulkan sampah organik dari sumbernya minimal 2(dua) hari sekali dan angkut ke TPS atau TPS Terpadu
 - 2) Kumpulkan sampah anorganik sesuai jadwal yang telah ditetapkan dapat dilakukan lebih dari 3 hari sekali oleh petugas RT atau RW atau oleh pihak swasta
- c) Penyapuan
Penyapuan sampah jalan dan taman di lingkungan permukiman dilakukan oleh pengelola sampah lingkungan sesuai jadwal yang telah ditetapkan



Gambar 38 Diagram Sistem Pengelolaan sampah di Permukiman

Sumber: SNI 3242:2008

Pengelolaan di TPS/ TPS Terpadu

Pengelolaan sampah di TPS/TPS Terpadu dilakukan sebagai berikut :

- a) pilah sampah organik dan an organik
- b) lakukan pengomposan sampah organik skala lingkungan
- c) pilah sampah anorganik sesuai jenisnya yaitu :
 - 1) sampah anorganik yang dapat didaur ulang, misalnya membuat barang kerajinan dari sampah, membuat kertas daur ulang, membuat pellet plastik dari sampah kantong plastik kereseck, dan atau
 - 2) sampah lapak yang dapat dijual seperti kertas, kardus, plastik, gelas/kaca, logam dan lainnya dikemas sesuai jenisnya
 - 3) sampah B3 rumah tangga
 - 4) residu sampah
- d) jual sampah bernilai ekonomis ke bandar yang telah disepakati
- e) kelola sampah B3 sesuai dengan ketentuan yang berlaku

- f) kumpulkan residu sampah ke dalam container untuk diangkut ke TPA sampah

Menurut Undang-Undang Nomor 18 tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah memberikan pengertian, sumber sampah hingga pengelolaan sampah diantaranya bahwa Sampah permukiman berasal dari sampah-sampah rumah tangga yang berbentuk padat yang dihasilkan dari sisa kegiatan sehari-hari di rumah tangga, tidak termasuk tinja dan sampah spesifik dan dari proses alam yang berasal dari lingkungan rumah tangga ataupun bersumber dari rumah maupun kompleks perumahan. Sumber sampah rumah tangga, umumnya terdiri dari sampah organik dan anorganik, yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga. Misalnya dari buangan dapur, taman, debu, dan alat-alat rumah tangga. Menurut Undang-Undang nomor 18 tahun 2008 tentang pengelolaan sampah dibagi menjadi dua kelompok utama pengelolaan sampah, yaitu:

- a. Pengurangan sampah (waste minimization), yang terdiri dari pembatasan terjadinya sampah, guna-ulang, dan daur-ulang.
- b. Penanganan sampah (waste handling), yang terdiri dari:
 - Pemilahan : pengelompokan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah.
 - Pengumpulan : pengambilan dan pemindahan sampah dari sumber sampah ke tempat penampungan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu.
 - Pengangkutan : membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir.
 - Pengolahan : mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah
 - Pemrosesan akhir sampah : pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

Beberapa permasalahan yang dihadapi dalam teknis operasional penanganan persampahan di antaranya:

- Kapasitas peralatan yang belum memadai
- Pemeliharaan alat yang kurang baik
- Lemahnya tenaga pelaksana khususnya tenaga harian lepas
- Terbatasnya metode operasional yang sesuai dengan kondisi daerah

Undang-undang ini juga menjelaskan bahwa ada dua kategori utama pengelolaan sampah: minimalisasi sampah, yang mencakup pembatasan jumlah sampah yang dihasilkan (R1), penggunaan kembali (R2), dan daur ulang (R-3). dan Penanganan Sampah, yang meliputi pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan sampah. Prinsip 3R juga dimasukkan ke dalam undang-undang ini karena menekankan perlunya meminimalisasi sampah semaksimal mungkin.



Gambar 39 Tempat Pembuangan Sampah

Sumber: dokumentasi 2022

Di dalam Permen PU No 03/PRT/M/2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga terdapat persyaratan teknis yang telah dijelaskan sebagai berikut

- 1) Pemilahan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 14 huruf a dilakukan melalui kegiatan pengelompokan sampah menjadi paling sedikit 5 (lima) jenis sampah yang terdiri atas sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun serta limbah bahan berbahaya dan beracun; sampah yang mudah terurai; sampah yang dapat digunakan kembali; sampah yang dapat didaur ulang; dan sampah lainnya.
- 2) Pengumpulan Persampahan

- Kapasitas minimum tempat sampah lingkungan rumah tangga volume 0,02 m³ sesuai perhitungan pada Lampiran B
 - Tempat sampah dibuat dari bahan rapat air;
 - Penempatan tempat sampah harus mudah dicapai oleh petugas kebersihan, dan tidak mengganggu lalu lintas.
 - Jenis sarana pengumpulan sampah sebagaimana dimaksud dalam ayat (3) huruf b dapat berupa motor sampah; gerobak sampah; dan/atau sepeda sampah.
- 3) Pengangkutan Sampah
- Tersedia fasilitas pengangkutan sampah;
 - Pengangkutan dari tiap-tiap rumah dilakukan maksimum dua hari sekali.\
 - Pola pengangkutan sampah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23 ayat (2) huruf a terdiri atas
 - o pengangkutan sampah dengan sistem pengumpulan langsung dari sumber menuju TPA dengan syarat sumber sampah lebih besar dari 300 liter/unit serta topografi daerah pelayanan yang tidak memungkinkan penggunaan gerobak; dan
 - o pengumpulan sampah melalui sistem pemindahan di TPS dan/atau TPS 3R.

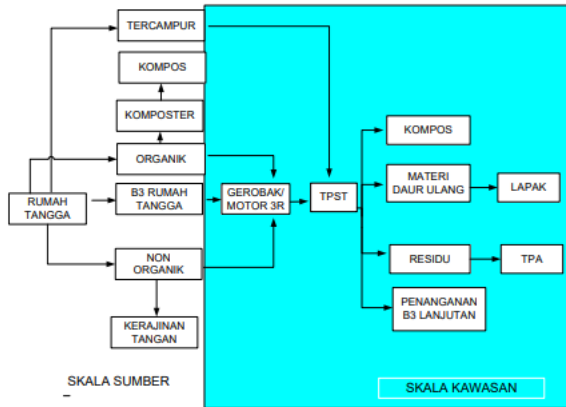
Pendekatan terpadu digunakan untuk menangani limbah. Kegiatan daur ulang dan pengelolaan sampah meliputi pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pengolahan akhir. Pengurangan limbah meliputi pembatasan aktivitas dan penggunaan. Sebagian besar, pengelolaan sampah perlu dilakukan dengan cara yang tidak membahayakan kesehatan masyarakat atau lingkungan. Hal ini juga perlu dilakukan dengan cara memperlakukan sampah sebagai sumber daya yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan memiliki nilai ekonomi. Penelitian Aditya Y. tentang pengolahan sampah yang berkelanjutan.

Terkait Prioritas Perbaikan Infrastruktur Berkelanjutan di Perumahan Bukit Baruga, perlu adanya kerjasama antara pengembang perumahan yang merupakan pengelola dan penanggung jawab dalam menjaga kebersihan perumahan, dan warga yang merupakan penghasil sampah dan berperan penting, berperan dalam mempraktekkan 3R (reduce, reuse, dan recycle) untuk pengelolaan sampah perumahan. Oleh karena itu, memahami praktik pengelolaan sampah warga sangat penting untuk menentukan persyaratan yang dapat dipenuhi untuk mencapai pengelolaan sampah yang optimal.

Konsep Penanganan Sampah 3r Skala Rumah Tangga

Berdasarkan Pedoman Umum 3R Permukiman (Jateng,2018) bahwa terdapat konsepsi penanganan sampah 3R skala rumah tangga yang dijelaskan sebagai berikut:

- o Penanganan sampah hendaknya tidak lagi hanya bertumpu pada aktivitas pengumpulan, pangangkutan dan pembuangan sampah.
- o Penanganan sampah skala rumah tangga diharapkan dapat menerapkan upaya minimisasi yaitu dengan cara mengurangi, memanfaatkan kembali dan mendaur ulang sampah yang dihasilkan.



Gambar 40 Penanganan Sampah 3R

Sumber: Pedoman Umum 3R Permukiman, 2018

1) Skenario Pemilahan Sampah Non Organik

Skenario Pemilahan Sampah Non-Organik Di kawasan permukiman, harus dilakukan skenario pemilahan sampah non-organik. Skenario ini meliputi pemilahan sampah kertas, plastik, dan logam/kaca di setiap sumber dengan cara yang sederhana dan mudah dilakukan oleh masyarakat, seperti dengan kantong plastik besar atau karung kecil. Diperlukan wadah khusus, khususnya untuk limbah B3 rumah tangga, dan dapat dikumpulkan sebulan sekali atau sesuai kebutuhan. Kualitas produk akhir biasanya lebih tinggi ketika sampah dipisahkan di sumbernya dibandingkan di TPA.

2) Skenario Pengolahan Sampah Organik (Pembuatan Kompos)

Dibedakan antara sampah organik dari dapur (beras, daging, dll) dan sampah organik dari kebun (daun-daunan). Skenario pembuatan kompos individual di sumbernya harus lugas dan dapat mengacu pada best practice yang ada.

- Di Banjarsari dan Rawajati, misalnya, metode lubang (hanya berlaku untuk daerah dengan kepadatan rendah), Gentong, Bin Takakura, atau "komposer" lainnya dapat digunakan untuk membuat kompos di sumbernya.
- Menggunakan "tong komposter" (alasnya dilubangi dan diisi kerikil dan sekam; cara ini sederhana karena dapat menampung sampah organik).
- Untuk mempercepat pematangan kompos di Bin Takakura—keranjang beralas karton, sekam padi, dan kompos matang—dibutuhkan kesabaran karena sampah organik harus diseleksi dan dicacah. Komposter Takakura tidak berbau dan dapat ditempatkan di dalam rumah.
- Produk kompos dapat digunakan untuk program penghijauan dan penanaman bibit.

3) Skenario Daur Ulang

Daur Ulang Pemilahan sampah merupakan langkah awal dalam daur ulang di sumbernya, dan harus dilakukan dengan cara yang memudahkan masyarakat untuk melakukannya. Memilah sampah dari sampah basah (organik) dan sampah kering (non organik) atau langsung menjadi beberapa jenis (sampah organik, kertas, plastik, kaleng, dan sampah B3 rumah tangga) merupakan salah satu cara untuk memulai pemilahan sampah.

Konsepsi Penanganan Sampah 6r Skala Rumah Tangga

1. Reduce

Reduce artinya mengurangi penggunaan bahan-bahan yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, mengurangi pengeluaran untuk hal-hal yang sebenarnya tidak dibutuhkan, seperti pakaian dan aksesoris baru, adalah bagian dari proses mengurangi kebutuhan. Selain itu kurangi penggunaan kertas tisu untuk saputangan, kurangi penggunaan kertas di kantor dengan print preview sebelum dicetak untuk menghindari kesalahan, dan lain-lain maka hal tersebut dapat mengatasi pengurangan kebutuhan yang tidak diperlukan.

2. Reuse

Reuse sendiri berarti pemakaian kembali seperti contohnya memberikan baju-baju bekas ke yang lebih membutuhkan seperti yatim piatu. Baisanya yang lebih sering terjadi pada yaitu dengan

memberikan orang yang paling dekat seperti memberikan baju yang kekecilan pada adik atau Selain itu, baju bayi yang sudah dipakai beberapa bulan bisa diberikan kepada sanak saudara yang membutuhkan.

3. Recycle

Recycle adalah mendaur ulang barang. Cara termudah untuk mendaur ulang sampah organik di rumah adalah dengan mendaur ulang kertas bekas dan menggunakan botol air plastik daur ulang atau wadah lain sebagai pot tanaman. Di Indonesia, daur ulang besar-besaran belum menjadi rutinitas. Itu tidak bekerja dengan tong sampah yang membedakan organik dari non-organik. Faktanya, lingkungan yang melakukan daur ulang inventif dan menyebarkannya ke banyak orang pada akhirnya melebihi jumlah pemerintah.

4. Repair

Memperbaiki barang yang rusak agar bisa digunakan kembali, seperti memperbaiki sepatu yang rusak agar tidak perlu membeli yang baru dan membuang sepatu lama ke tempat sampah.

5. Refuse

Menolak Produk berbasis plastik harus dihindari dengan segala cara, dan alternatif alami harus digunakan jika memungkinkan. karena seperti yang sudah diketahui umum, sampah plastik tidak terurai pada bahan alam.

6. Rethink

Memikirkan kembali. Dimana sebelum melakukan pembelian atau mengkonsumsi sesuatu. Apakah benar-benar membutuhkan barang tersebut, dan apakah perlu untuk membelinya Jika tidak, barang tersebut niscaya akan berakhir di tempat sampah atau tumpukan tabungan yang berdebu di dalam rumah.

Percontohan Bank Sampah

Contoh kasus bank sampah yang diambil dari penelitian Nurul dkk, (2019) mengenai **Konsep Reduce, Reuse, Recycle dan Replace dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Desa Polanharjo Kabupaten Klaten** yaitu

Bank Sampah Rukun Santoso

Kasus bank sampah diambil dari penelitian Nurul et al. (2019) tentang gagasan "Reduce, Reuse, Recycle, and Replace" dalam pengelolaan sampah rumah tangga di Desa Polanharjo Kabupaten Klaten. Inilah Bank Sampah Rukun Santoso yang merupakan salah satu bank sampah yang mampu mengelola sampah yang dikumpulkannya secara efektif. Pemanfaatan sampah organik

secara komersial telah dikoordinasikan di salah satu wilayah Klaten, Polanharjo. Pemanfaatan sampah yang paling unggul di Bank Sampah Rukun Santoso adalah sampah plastik yang berasal dari kemasan bekas berbagai macam minuman instan, dengan produk yang dihasilkan seperti kantong. Bank sampah ini menerapkan pengelolaan sampah berbasis masyarakat, dan cukup berhasil dalam pembiayaan masyarakat dengan melibatkan anggota bank sampah dengan tujuan mengelola dan menghasilkan barang dari daur ulang sampah. Hasil pengolahan produk sampah plastik memiliki pangsa pasar di wilayah Klaten dan sekitarnya serta dapat diterima oleh masyarakat. Hasil inventif Bank Sampah dipuji sebagai contoh bagaimana bank sampah harus dikelola di tempat lain sebagai percontohan bagi pengelolaan bank sampah di daerah lain.



Gambar 41 Hasil Produk Olahan Sampah dari Plastik
Sumber: Nurul, dkk (2019)

Gelas minuman instan dan kertas bekas juga bisa dimanfaatkan untuk membuat berbagai produk, seperti gorden untuk jendela atau sekat antar ruangan, bros, dan tempat menyimpan pernak pernik, selain sampah plastik kemasan minuman. Selain itu, mereka juga diajarkan bagaimana mengolah kantong plastik bekas menjadi bros dan rangkaian bunga hias untuk set minuman botol kaca yang biasanya dipajang di ruang tamu. mengelola sampah rumah tangga, dengan langkah awal membuat lukisan dari kain perca sebagai salah satu cara untuk mengatasi sampah tersebut. Perlengkapan tersebut antara lain: Triplek, gunting, lem kertas, kain perca, bingkai, dan kaca.

Cara pembuatan :

- a. Potong kain perca sesuai dengan motif yang ingin dimasukkan ke dalam lukisan kain perca. Anda dapat melakukannya dengan memotongnya menggunakan pola yang Anda inginkan, atau Anda dapat memotong seluruh pola pada kain perca (pola bunga, misalnya, dapat dipotong utuh). Lembaran kain ditempelkan dan dilem pada semua permukaan triplek untuk memberikan warna dasar pada lukisan kain perca nantinya
- b. Untuk memberikan warna dasar pada lukisan kain perca nanti, lembaran kain ditempel dan direkatkan ke seluruh permukaan triplek. Kemudian dipasang kaca, figura serta dipaku pada bagian belakang tripleks tersebut.
- c. Potongan kain perca ditempelkan pada triplek sesuai pola yang diinginkan sehingga menutupi seluruh permukaan triplek.
- d. Selanjutnya, bagian belakang triplek ditutup dengan kaca, rangka, dan paku.
- e. Lukisan tambal sulam selesai dan sekarang siap untuk dijual.



Gambar 42 Hasil Produk Olahan Sampah dari Kain Perca

Sumber: Nurul, dkk (2019)

Selain itu, penelitian Suryani (2014) berjudul "Peran Bank Sampah dalam Efektivitas Pengelolaan Sampah (Studi Kasus Bank Sampah Malang)" memanfaatkan bank sampah yang sebelumnya menjadi program percontohan. Dimana berbagai jenis sampah yang disetorkan ke bank sampah dipilah, dari sampah organik, seperti sisa makanan atau sisa sayuran; dan sampah anorganik seperti besi, plastik, dan lainnya. Bank Sampah menetapkan harga untuk setiap jenis sampah yang dibelinya.

Sampah yang masih dapat di daur ulang seperti bahan organik dapat dimanfaatkan untuk kompos ataupun biogas. Sedangkan bahan nonorganik didaur ulang menjadi berbagai perabotan seperti tas, sendal, dan lainnya.

Ada beberapa Bank Sampah yang mempunyai alat pengolah sendiri seperti komposter, alat pembuat pelet plastik, dsb, sehingga mereka dapat menjual barang daur ulang dengan harga yang lebih tinggi. Selain itu juga Bank Sampah yang hanya berfungsi sebagai pemasok bagi pengepul. Mereka bekerja sama dengan pengepul yang rutin mengambil sampah bernilai ekonomis untuk didaur ulang.



Gambar 43 Alur Kerja Bank Sampah

Sumber: Suryani, (2014) dalam penelitian *Peran Bank Sampah Dalam Efektivitas Pengelolaan Sampah (Studi Kasus Bank Sampah Malang)*

Menurut Diartika & Sueb (2021), dengan judul Studi Kasus Pencemaran Sampah dan Pengelolaan Sampah di TPA Supit Urang Malang. Proses anaerobik digunakan untuk mengolah sampah organik di Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Kota Malang di TPA Supit Urang Malang. Sistem ini cocok untuk proses pemisahan dan stabilisasi limbah anaerobik dan menghasilkan sedikit degradasi biologis (Ponsá et al., 2008). Produktivitas mikroorganisme juga ditingkatkan dengan prosedur ini (Bustamante et al., 2014) sehingga bekerja dengan baik dalam proses pengomposan (Silva & Naik, 2007). Pembuatan kompos dilakukan dengan memisahkan sampah organik dari sampah anorganik di TPA Supit Urang. Kompos tersebut diberikan kepada seluruh masyarakat Kota Malang yang membutuhkan.

E. Jaringan Gas

Salah satu langkah strategis yang diambil pemerintah untuk mengurangi penggunaan minyak bumi adalah dengan lebih banyak menggunakan gas bumi untuk pelanggan kecil dan sektor rumah tangga. Nama program ini adalah "gas kota" atau "jaringan gas untuk rumah tangga". Gas dikirim ke rumah-rumah melalui sistem pipa yang dikenal sebagai jaringan gas untuk rumah. Gas alam adalah gas yang dihasilkan dari bahan bakar fosil. Gas rawa dan gas alam adalah nama umum lainnya untuk gas alam. Tambang minyak, gas alam, dan batu bara semuanya mengandung gas alam. Selain itu, gas

alam dapat digunakan sebagai Liquefied Petroleum Gas (LPG) untuk memenuhi berbagai kebutuhan hotel, restoran, dan perusahaan lainnya.



Gambar 44 Gas LPG

Sumber: Dokumentasi, 2022

Karena lebih ringan dari udara, gas alam mudah menyebar melalui atmosfer. Konsentrasi gas dapat mencapai tingkat yang sebanding dengan campuran bahan peledak di ruang tertutup seperti rumah. dapat terbakar. Ada banyak kegunaan gas alam. Bahan baku yang digunakan dalam industri adalah salah satunya. Gas alam digunakan dengan cara-cara ini untuk: Aplikasi lain termasuk pupuk, petrokimia, metanol, plastik, hujan buatan, besi tuang, pengelasan, dan alat pemadam api ringan. Kegunaan lain termasuk sebagai bahan baku. Gas alam juga dapat digunakan sebagai bahan bakar. Gas alam dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada industri ringan, sedang, dan berat, kendaraan bermotor (BBG, LNG/LGV, dan CNG/CNG), pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), dan turbin uap.

Dasar hukum yang menopang kebijakan pemanfaatan energy alternatif, seperti gas, sebagai pengganti minyak bumi bisa ditelusuri dari regulasi Undang-Undang (UU) Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi:

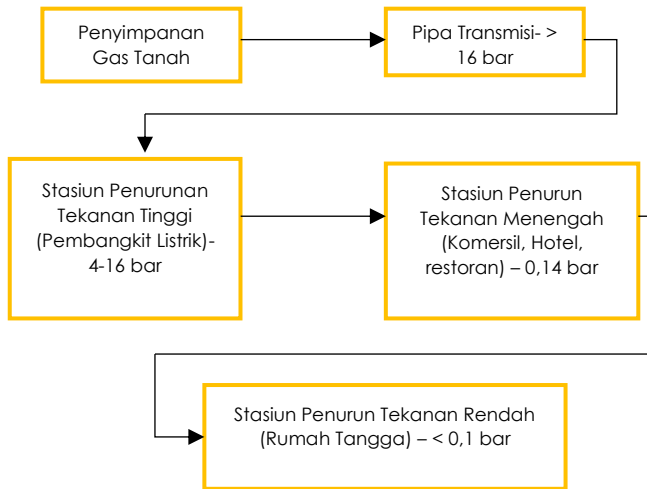
- a. Pasal 3c yang menyatakan bahwa penyelenggaraan kegiatan usaha minyak dan gas bumi harus menjamin efisiensi dan efektivitas tersedianya minyak dan gas bumi sebagai sumber energi maupun bahan baku untuk kebutuhan dalam negeri.
- b. Pasal 8 ayat 2 bahwa Pemerintah wajib menjamin ketersediaan dan kelancaran pendistribusian BBM yang merupakan komoditas vital dan menguasai hajat hidup orang banyak di seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI).

Pembangunan berkelanjutan mensyaratkan bahwa produksi sumber daya energi berpedoman pada prinsip pembangunan berkelanjutan, yaitu pembangunan yang menguntungkan semua generasi secara merata. Gas alam dikeluarkan dari sumur dan dikirim ke bagian pemrosesan, di mana ia dibersihkan dari air, CO₂, H₂S, dan polutan lainnya.

Sistem transmisi kemudian menerima gas alam murni ini. Beberapa gas alam diangkut langsung ke konsumen skala besar seperti pembangkit listrik dari fasilitas penyimpanan dan transmisi. Sebagian lagi ditransportasikan ke jaringan pipa distribusi untuk konsumen rumah tangga dan komersial dengan tekanan rendah dan diameter pipa yang kecil (Paulina, 2007).

Untuk mengatasi isu kelangkaan LPG, pemerintah melaksanakan program strategis melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) berupa jaringan distribusi gas rumah tangga (jargas rumah tangga). Ini merupakan program prioritas yang menurut buku "Pembangunan Jaringan Gas Bumi Untuk Rumah Tangga" akan menyalurkan gas melalui jaringan pipa ke rumah tangga.

Tujuan program ini adalah menyediakan energi yang murah, aman, dan bersih untuk rumah. Jaringan gas ini memiliki jaringan transmisi gas bumi dan dibangun di lokasi yang dekat dengan sumber gas alam (LNG). Proses distribusi jargas ke rumah tangga dapat dilihat pada gambar berikut. Dalam penelitian Olivia Angel, dkk 2021 yang berjudul Analisis Penempatan Regulator Sector Jaringan Gas Rumah Tangga Berdasarkan Maximum Coverage Location Problem (Case Study: Jaringan Gas Rumah Tangga Kota Depok, Jawa Barat) bahwa terdapat Program Jaringan Gas Rumah Tangga yaitu sebagai berikut:



Gambar 45 Proses Distribusi Gas

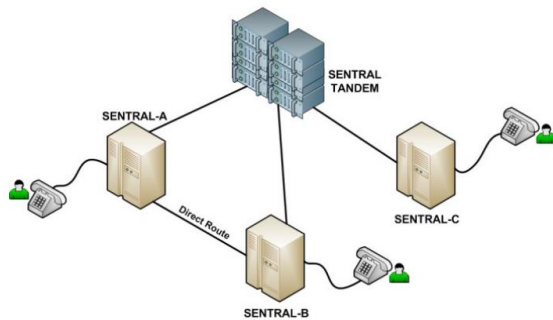
Sumber: Olivia Angel, dkk 2021 yang berjudul Analisis Penempatan Regulator Sector Jaringan Gas Rumah Tangga Berdasarkan Maximum Coverage Location Problem

Program prioritas nasional pembangunan jargas bertujuan untuk mendukung konversi minyak tanah ke elpiji, pengurangan subsidi, penyediaan energi bersih dan murah, serta diversifikasi penawaran produk. Rantai karbon yang membentuk gas mengungkapkan perbedaan antara LPG dan gas. Sementara gas yang mengalir melalui fasilitas jargas merupakan campuran C1 (metana) dan sejumlah kecil C2 (etana), LPG terdiri dari campuran C3 (propana) dan C4 (butana). Depok, Bekasi, dan Surabaya merupakan tiga kota di Indonesia yang telah mendapatkan fasilitas jargas pada tahun 2013. Jargas yang terpasang mencapai 56.888 SRT pada tahun yang sama. Jika dibandingkan dengan menggunakan LPG dalam tabung, berikut adalah keuntungan menggunakan jaringan gas rumah tangga:

1. Murah: Jargas dianggap lebih murah karena menghemat biaya seperti biaya LPG untuk distribusi dan penyimpanan.
2. Aman: Tekanan tabung gas (0,02 bar) pada kompor lebih rendah dari tekanan LPG (8 bar) pada kompor, mencegah ledakan jika terjadi kebocoran.
3. Ramah terhadap lingkungan: Dalam pendistribusian LPG, penggunaan pipa lebih baik bagi lingkungan karena truk tidak menimbulkan polusi.

F. Jaringan Telekomunikasi

Telekomunikasi adalah setiap pemancaran, pengiriman, dan atau penerimaan dari setiap informasi dalam bentuk tanda-tanda, isyarat, tulisan, gambar, suara, dan bunyi melalui sistem kawat, optik, radio atau sistem elektromagnetik lainnya. Sistem telekomunikasi adalah seluruh unsur/elemen baik infrastruktur telekomunikasi ,perangkat telekomunikasi, sarana dan prasarana telekomunikasi, maupun peyelenggara telekomunikasi, sehingga komunikasi jarak jauh dapat dilakukan. Jaringan telekomunikasi adalah rangkaian perangkat telekomunikasi dan kelengkapannya yang digunakan dalam bertelekomunikasi (Undang-undang RI no.36 tahun 1999 tentang Telekomunikasi).



Gambar 46 Jaringan Telekomunikasi

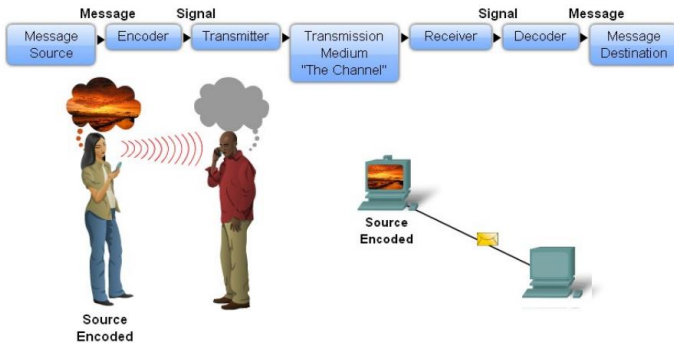
Sumber: Modul Konsep Fudamental Telekomunikasi (Kusmaryanto)

Di setiap lingkungan permukiman maupun perumahan tidak terlepas dari jaringan telekomunikasi, dimana pada masa sekarang jaringan telekomunikasi yang sering digunakan yaitu jaringan kabel dan nir kabel. Menurut Agus S. Sadana (2014) didalam bukunya yang berjudul "Perencanaan Kawasan Permukiman" hlm-61 bahwa Jaringan kabel dapat dilihat dengan adanya kebel udara yang disalurkan melalui tiang-tiang yang ditanam dibawah tanah. Sedangkan jaringan nir kabel adalah jaringan telekomunikasi yang tidak menggunakan kabel yang disalurkan melalui gelombang dari mesin pemancar ke mesin penerima. Baisanya yang sering dikenal oleh masyarakat yaitu penggunaan telepon genggam dengan BTS ebagai pemancarnya. Sehingga mempermudah manusia untuk terhubung, dimana ditemukannya telepon.

Prinsip Kerja Sistem Telekomunikasi

Prinsip Kerja Sistem Telekomunikasi Secara teori, komunikasi melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

- Langkah pertama dalam proses komunikasi adalah pengiriman informasi atau pesan dari satu orang atau perangkat ke perangkat lain.
- Pesan atau informasi kemudian dikodekan menjadi sinyal dengan mengubahnya menjadi bentuk biner atau bit. Perangkat encoder adalah lokasi dari proses ini.
- Sinyal tersebut kemudian oleh transmitter dikirimkan/dipancarkan melalui media yang telah dipilih.
- Dibutuhkan media transmisi (radio, optik, coaxial, tembaga) yang baik agar gangguan selama disalurkan dapat dikurangi.
- Selanjutnya sinyal tersebut diterima oleh stasiun penerima.
- Sinyal tersebut didecode kedalam format biner atau bit yang selanjutnya diubah kedalam pesan/informasi asli agar dapat dibaca/didengar oleh perangkat penerima.



Gambar 47 Prinsip Kerja Sistem Telekomunikasi

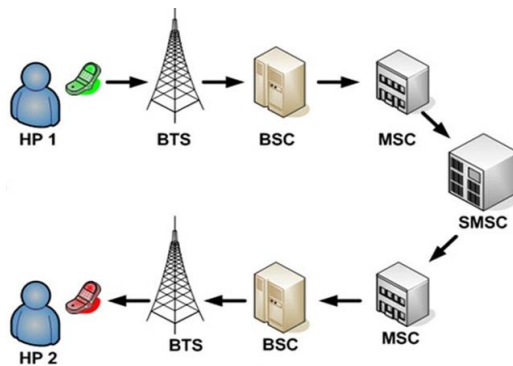
Sumber: Modul Konsep Fundamental Telekomunikasi (Kusmaryanto)

Jaringan tetap, yang dapat diakses melalui telepon rumah atau kantor yang biasanya menggunakan kabel, merupakan segmen utama sistem telepon di Indonesia. Di Indonesia, terdapat jaringan tetap lokal, telepon tertutup, SLI, dan SLJJ. Satelit, ponsel, dan trunking radio adalah bagian dari jaringan seluler. Di seluruh dunia, kedua jaringan ini digunakan untuk memfasilitasi komunikasi. Tentu saja ada jaringan dan alat komunikasi, salah satunya adalah telepon. Jaringan tetap dengan telepon rumah atau kantor

yang biasanya menggunakan kabel. Di Indonesia, terdapat jaringan tetap lokal, telepon tertutup, SLI, dan SLJJ. Satelit, ponsel, dan trunking radio adalah bagian dari jaringan seluler.

Salah satu infrastruktur penunjang yang sangat penting dalam penyelenggaraan telekomunikasi adalah menara telekomunikasi yang disebut juga menara BTS atau menara telekomunikasi. dengan mempertimbangkan perluasan industri telekomunikasi, dengan tujuan memanfaatkan ruang secara efisien dan efektif. Menara dapat dibagi menjadi dua kategori berdasarkan tempat mereka dibangun: menara lapangan hijau dan menara atap. Sementara itu, menara diklasifikasikan menjadi tiga jenis berbeda menurut struktur bangunannya: Menara Mandiri (Self Supporting Tower):

- 1) Ada dua jenis menara: menara segitiga dengan tiga kaki dan menara segi empat dengan empat kaki.
- 2) Menara Terentang (Guyed Tower): Struktur menara ini hampir sama dengan menara independen. Menara ini juga bisa rectangular tower (Menara berkaki empat) dan triangular tower (Menara berkaki tiga).
- 3) Menara Tunggal (Monopole Tower): Terdiri dari hanya satu rangka/batang yang dipasang atau dimasukkan langsung ke dalam tanah, dan tidak dapat didirikan di atas bangunan. Menara ini terbagi menjadi menara berpenampang lingkaran (circular pole) dan menara berpenampang persegi (tapered pole).



Gambar 48 Konsep Jaringan BTS

Sumber: Telekomunikasi

Tujuan dari menara adalah untuk menempatkan antena, pemancar radio, dan penerima gelombang telekomunikasi dan informasi. Menara

adalah struktur yang dibangun dari rangkaian besi atau pipa, yang bisa berbentuk persegi panjang, segitiga, atau hanya berupa pipa atau tongkat panjang. Menara BTS berbeda dengan menara SUTET (Extra High Voltage Airline) listrik PLN dalam hal teknologi komunikasi dan informasi.

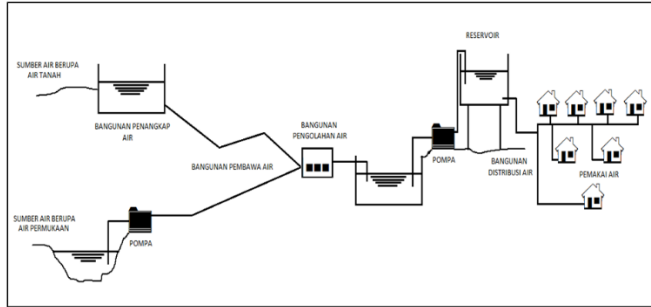
G. Jaringan Air Bersih

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) terutama bertanggung jawab untuk mengelola penyediaan air bersih yang merupakan kebutuhan mendasar di kawasan pemukiman. Namun, jalur yang digunakan untuk mendistribusikan air minum sudah lewat, dan tidak semua lokasi bisa dijangkau. Sesuai dengan persyaratan teknis yang berlaku, PDAM daerah atau swasta juga mampu menyediakan layanan air minum pribadi atau masyarakat melalui sumur gali atau tambak. Menurut Candra (2007) dalam Jauhari dkk (2012) air bersih adalah jenis sumber daya berbasis air yang berkualitas tinggi dan sering dimanfaatkan oleh manusia untuk konsumsi atau kegiatan sehari-hari seperti sanitasi.



Gambar 49 Penggunaan Air Bersih

Sumber: Dokumentasi, 2022



Gambar 50 Sistem Penyaluran Air Bersih ke Rumah-rumah

Sumber: I Putu Gustave (*Standar Kebutuhan Air dan Komponen Unit Spam*)

Sistem distribusi air bersih adalah sistem perpipaan yang telah disiapkan baik di dalam maupun di luar gedung untuk menyalurkan air bersih dari sumber ke saluran keluar (output). Penyediaan air minum merupakan tujuan utama dari sistem distribusi air bersih.

Dalam perancangan perlu diperhatikan tekanan air, laju aliran dalam pipa, kualitas air yang akan disediakan, sistem penyediaan air yang akan digunakan, sistem pencegahan pencemaran air, dan laju aliran, sistem penyediaan air bersih. Komponen utama sistem distribusi air bersih adalah sistem jaringan perpipaan. Berikut penjelasan sistem distribusi air untuk rumah:

Sumber Air

Ada tiga jenis sumber air yang dapat memasok air bersih diantaranya sebagai berikut:

1. Air Bawah Permukaan : air hujan yang jatuh di permukaan bumi. Oleh karena itu, air yang terakumulasi di permukaan tanah dan terlihat dengan mata telanjang dianggap sebagai air permukaan. Air yang berasal dari permukaan umumnya tidak layak untuk dikonsumsi manusia. Akibatnya, sumber air permukaan harus diolah terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan. (Limbong, 2008)
2. Air Tanah: Air tanah adalah jenis air yang terjadi secara alami di bawah permukaan tanah. Siklus hidrologi, proses alami di mana air mengalami perpindahan berurutan dan terus menerus, adalah siklus sirkulasi air di Bumi yang diikuti dengan pembentukan air tanah. (Kodatie, 2012)
3. Mata Air : Mata air adalah lokasi dimana air tanah merembes atau mengalir secara alami. Mata air adalah lokasi di mana air tanah secara alami naik dari bawah permukaan tanah ke atasnya di lapisan akuifer. Selain itu, air yang berasal dari mata air tersebut akan mengalir melalui saluran sungai sebagai air permukaan di permukaan tanah. Mata air

sering dianggap sebagai tempat pertama sungai mendapatkan airnya. (Hendrayana, 1994)

Proses Pengolahan Air

Sumber-sumber air yang didapatkan terlebih dulu diolah sebelum didistribusikan ke rumah-rumah. Dimana sistem penampungan dan penyaluran yang tidak bagus akan menyebabkan air tercemar. Menurut (*Environmental-indonesia.com*) proses pengolahan air secara umum dibagi menjadi tiga unit yaitu:

a) Unit Penampungan Awal (Intake)

Unit ini berfungsi sebagai penampung air dari sumber air. Bar Screen, yang berfungsi sebagai pra-filter untuk kotoran seperti serasah daun dan kayu yang tersangkut di air, dan lainnya yang juga tersangkut di air.

b) Unit Pengolahan (Water Treatment)

Air dari unit penampungan awal melalui beberapa tahapan pengolahan di unit ini:

a. Tahap Koagulasi (Coagulation)

Selama tahap ini, air dari reservoir awal diperlakukan dengan tawas kimia (alum) atau zat serupa seperti garam besi (iron salts) atau sistem pencampuran cepat. Partikel koloid yang tidak terpengaruh oleh gravitasi dan tidak dapat mengendap dengan sendirinya biasanya terdapat di air yang keruh atau kotor. Agar menghasilkan partikel-partikel kecil yang masih sulit diendapkan sendiri, tahapan ini bertujuan untuk menghilangkan partikel koloid yang menyebabkan air keruh.

b. Tahap Flokulasi (Flocculation)

Proses menggumpalkan partikel-partikel kecil menjadi lebih besar (partikel flok) untuk menghilangkan kekeruhan dari air. Pada titik ini, partikel kecil air menggumpal menjadi partikel yang lebih besar yang dikenal sebagai flok, memungkinkannya mengendap sendiri melalui gravitasi selama proses selanjutnya. Pengadukan lambat digunakan untuk melakukan proses flokulasi.

c) Tahap Pengendapan (Sedimentation)

Pada tahap ini partikel flok secara alami mengendap di dasar reservoir pada tahap ini. Air kemudian dipompa ke tahap filtrasi.

d) Tahap Penyaringan (Filtration)

Pada tahap ini, air disaring melalui media filter pasir silika dan kerikil. Metode ini bertujuan untuk menghilangkan bahan yang larut dan tidak larut.

Air biasanya mengalir langsung ke unit Penyimpanan Akhir setelah melalui prosedur penyaringan ini. Namun untuk meningkatkan kualitas air, terdapat proses tambahan, yaitu:

- Proses Pertukaran Ion (Ion Exchange)

Penghapusan kontaminan anorganik yang tidak dapat dihilangkan melalui filtrasi atau sedimentasi adalah tujuan dari proses

pertukaran ion. Proses pertukaran ion juga dapat digunakan untuk membuang uranium, nitrat, arsenik, kromium, kelebihan fluorida, nitrat, dan uranium.

- Proses Penyerapan (Absorption)
Bertujuan untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang menghasilkan rasa, bau, dan warna serta polutan organik. Biasanya, dengan menambahkan bubuk karbon aktif ke dalam air.
- Proses Disinfeksi (Disinfection)
Air menjalani prosedur disinfeksi sebelum memasuki unit penyimpanan akhir. Secara khusus, prosedur penambahan kaporit ke dalam air dengan tujuan menghilangkan bakteri atau mikroorganisme berbahaya.

e) Unit Penampung Akhir (Reservoir)

Saat air mencapai titik ini, menandakan siap untuk disalurkan ke masyarakat.

Jenis-jenis Reservoir

Pada system penyediaan air bersih, terdapat reservoir yang merupakan tempat penampungan air bersih. Ada dua jenis reservoir, yaitu sebagai berikut:

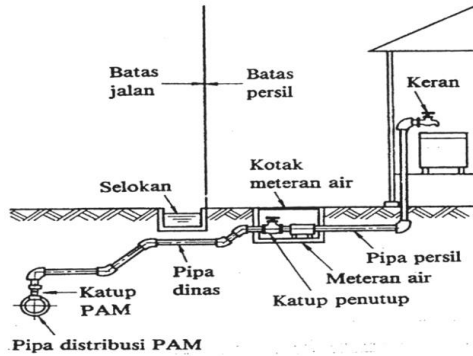
- a) Reservoir Permukaan (Ground Reservoir): merupakan reservoir permukaan yang seluruh reservoir tersebut terletak di bawah permukaan tanah.
- b) Reservoir Menara (Elevated Reservoir): merupakan reservoir yang seluruh bagian penampungan dari reservoir tersebut terletak lebih tinggi dari permukaan tanah sekitarnya.

Distribusi Air

Ada beberapa system penyediaan air bersih yang banyak digunakan, menurut Noerbambang, S.M., dan Takoe, M. (2022) :

1. Sistem sambungan langsung

Pada sistem ini, pipa utama yang mengalirkan air bersih terhubung langsung dengan pipa distribusi gedung. Ukuran pipa cabang dari pipa utama dan tekanan yang diberikan padanya biasanya terbatas pada bangunan kecil dan perumahan, sistem ini dapat digunakan dalam kategori mana pun. Perusahaan Air Minum biasanya mengatur dan menetapkan ukuran pipa cabang. Dalam kebanyakan kasus, tangki pemanas air tidak terhubung langsung ke pipa distribusi, dan pemasangan katup siram dilarang di beberapa area



Gambar 51 Sistem Sambungan Langsung

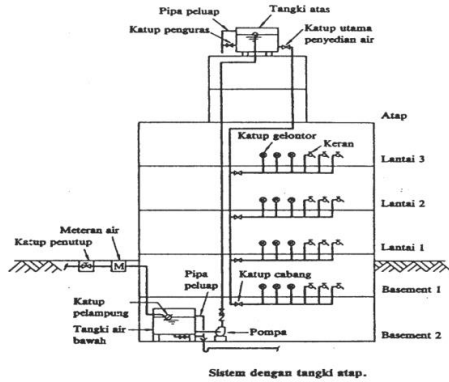
Sumber: Noerbambang, S.M., dan Takeo, M. (2000)

2. Sistem Tangki Atas

Air dipompa ke tangki atas, biasanya di atap atau di lantai tertinggi gedung, setelah dikumpulkan (biasanya di lantai paling bawah atau di bawah permukaan tanah). berserakan di seluruh gedung. Berikut adalah manfaat dari sistem ini:

- Keflinggian air di tangki atap berubah selama air digunakan karena tekanan di perlengkapan pipa berubah.
- Sistem pompa yang menaikkan air secara otomatis dengan cara yang sangat mudah, meminimalkan kemungkinan kesulitan. perangkat pendeteksi wajah di tangki atap dimatikan.
- Tangki atap, seperti tangki bertekanan, memerlukan perawatan yang sangat sedikit.

Lokasi tangki atap adalah komponen terpenting dari sistem tangki atap ini. Ini harus didasarkan pada jenis perlengkapan pipa yang hanya dapat berfungsi dengan banyak tekanan dan berada di lantai tertinggi gedung tertinggi.

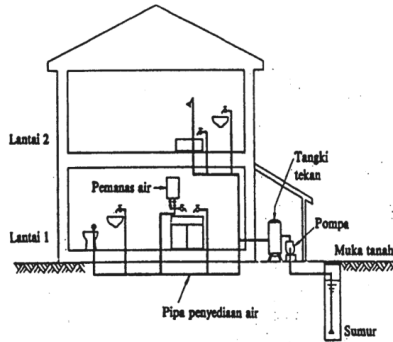


Gambar 52 Sistem Tangki Atas

Sumber: Noerbambang, S.M., dan Takeo, M. (2000)

3. Sistem tangki tekan

Prinsip panduan sistem ini adalah sebagai berikut: Bejana tertutup (tangki) dipompa dengan air yang telah disimpan di tangki bawah untuk memampatkan udara di dalamnya. Air tangki memasuki sistem distribusi gedung. Detektor tekanan mengatur operasi otomatis pompa. Kisaran biasa untuk daerah fluktuasi adalah 1 sampai 1,5 kg/cm². Biasanya, sistem tangki bertekanan dibuat sedemikian rupa sehingga 70% volume tangki diisi air dan 30% volume tangki diisi udara. Hanya 10% dari volume tangki yang akan terisi air jika tangki bertekanan mula-mula diisi dengan udara pada tekanan atmosfer dan kemudian diisi dengan air. Sistem tangki tekanan memiliki keuntungan sebagai berikut: Lebih mudah pemeliharaannya karena dapat dipasang di dalam ruangan, dan biaya awalnya lebih rendah daripada tangki yang harus dipasang di menara.



Gambar 53 Tangki Tekan

Sumber: Noerbambang, S.M., dan Takeo, M. (2000)

4. Sistem tanpa tangka

Dalam sistem ini, tidak ada tangki yang digunakan, baik tangki bawah, tangki tekanan, atau tangki atap. Pompa mengambil air dari pipa utama, seperti pipa utama PDAM, langsung ke sistem distribusi gedung. Sistem ini dapat diimplementasikan dengan dua cara, dengan kecepatan putaran pompa konstan atau variabel. Namun, baik perusahaan air minum maupun pipa induk di pemukiman khusus (bukan untuk masyarakat umum) melarang sistem ini di Indonesia.

Standar Kebutuhan

Sejumlah 49,5 liter per kapita per hari adalah standar yang tepat untuk air bersih. Pada tahun 2002, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) menetapkan hak asasi manusia atas 60 liter air per orang/hari. Adapun untuk standar penyediaan air didalam suatu lingkungan perumahan sebagai berikut:

- Perusahaan air minum harus menyediakan air bersih yang cukup untuk pemukiman;
- kapasitas pemenuhan kebutuhan rumah minimal 150 liter per orang per hari;
- harus ada jaringan lingkungan/kota yang mengarah ke sambungan rumah;
- pipa yang ditanam di bawah tanah dengan menggunakan pipa PVC, GIP, atau fiber glass; dan
- pipa yang dipasang di atas tanah tanpa pelindung dengan menggunakan GIP.
- Ada satu faucet publik untuk setiap 200 pengguna; 8) terdapat radius pelayanan maksimal 100 meter; dan

- g) keran umum harus memiliki kapasitas minimal 30 liter per orang per hari.
- h) Tata cara perencanaan bangunan MCK umum diikuti dalam hal ukuran dan konstruksi keran umum.
- i) Sesuai dengan peraturan yang berlaku tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Bangunan untuk Mencegah Bahaya Kebakaran Rumah dan Gedung, penempatan keran api harus mudah terlihat oleh mobil pemadam kebakaran.
- j) Jarak antar keran api di area komersial adalah 100 meter, dan jarak maksimal antar keran di area pemukiman adalah 200 meter.
- k) Ketentuan lain mengenai keran sesuai ketentuan yang berlaku tentang tata cara sistem hidran untuk mencegah bahaya kebakaran pada rumah dan gedung.
- l) Jika tidak memungkinkan untuk membuat keran, maka wajib membuat api

Secara umum, sesuai dengan kebijakan pemerintah daerah, setiap rumah harus memiliki akses air minum aman yang memenuhi kebutuhan minimal penghuni. Oleh karena itu lingkungan perumahan harus dilengkapi dengan jaringan air bersih/air minum sesuai dengan ketentuan dan persyaratan teknis peraturan perundang-undangan yang berlaku, khususnya mengenai tata cara perencanaan umum jaringan air bersih di lingkungan perumahan perkotaan. Air merupakan kebutuhan mendasar bagi semua makhluk hidup. Manusia harus memiliki akses terhadap air yang cukup untuk memenuhi semua kebutuhannya, termasuk air minum. Berdasarkan UU No 17 tahun 2019 tentang sumber daya air bahwa Air Minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Adapun jenis-jenis jaringan air bersih yang digunakan pada perumahan yaitu:

1. Perusahaan Daerah Air Minum
PDAM atau Perusahaan Daerah Air Minum adalah unit usaha milik daerah dalam pendistribusian air bersih kepada masyarakat.
2. Sanio
3. Pompa Komunal
4. Air Sumur
5. Tower/ tandon-tandon sebagai tempat penyimpanan air

Stres air, kekurangan air, dan krisis adalah sinonim untuk kelangkaan air. Stres air yang dapat diperparah dengan kelangkaan air juga dapat disebut sebagai sulitnya menemukan sumber air bersih untuk jangka waktu yang telah ditentukan. Perubahan iklim dapat menyebabkan kekurangan air akibat perubahan pola cuaca, seperti variasi ekstrim antara musim kemarau dan banjir.

Pencemaran air dan peningkatan jumlah populasi manusia yang membutuhkan air juga menjadi penyebab kelangkaan air. Pada kasus tertentu jika mengalami kelangkaan air maka akan disuplai melalui tangki-tangki air untuk memberikan bantuan kepada masyarakat apabila telah terjadinya

bencana baik kekeringan, banjir maupun longsor yang menyebabkan kualitas air tercemar maupun terjadi krisis air.

Maka dari itu dalam mengatasi permasalahan yang sering terjadi maka dari menabung air hujan menjadi upaya pengendalian kelangkaan air pada musim kemarau. Sistem penjernihan air hujan menjadi air bersih ini merupakan rangkaian kegiatan melestarikan air hujan dan menggunakannya kembali untuk perlindungan air tanah dan kebutuhan sehari-hari. Dalam penelitian RD Lufira, dkk (2021) mengenai Model Penjernih Air Hujan untuk Air bersih dengan penjelasan sebagai berikut

Model Penjernih Air Hujan Untuk Air Bersih

Pengambilan air pemanenan air hujan ditunjukkan pada gambar dibawah ini. Cara kerja dari penjernih air yaitu: air dari talang atap masuk ke pipa kemudian ditampung pada tandon yang pertama. Air dari tandon tersebut kemudian dialirkan menuju tandon yang kedua, dimana akan dilakukan penjernihan air melalui pipa filter yang sudah dipasang dengan komponen filterisasi didalamnya. Komponen yang terdapat pada pipa filter antara lain zeolite, krikil, pasir, ijuk, spon, dan arang. Ketika air pada tandon pertama dalam kondisi penuh, dapat dialirkan kedalam sumur resapan, yang mana pada sumur resapan nanti dapat berfungsi sebagai air tanah ditunjukkan pada Gambar 40.



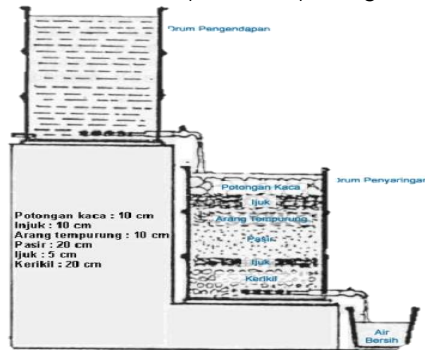
Gambar 54 Sistem Penjernihan Air

Sumber: RD Lufira, dkk (2021) mengenai Model Penjernih Air Hujan untuk Air bersih

Sistem pipa penjernihan air sebelum memasuki tandon bawah yang berfungsi sebagai tandon akhir yang dapat dipergunakan langsung untuk keperluan sehari-hari. Isian dan jarak yang dipergunakan ini merujuk salah satu tulisan ilmiah di prosiding seminar nasional (Handarsari, dkk. 2017 dalam RD Lufira (2021)) dengan menyesuaikan dengan kapasitas dan perencanaan kami dilapangan.

Penjernihan Air

Penjernihan air minum dapat dilakukan secara sederhana, didalam penelitian Jauhari, dkk (2012) mengenai Penerapan Metode Filtrasi adalah proses penjernihan air. Pasir dan tempurung kelapa adalah bahan yang digunakan dalam filter. Khususnya dua drum, ijuk, pipa PVC berdiameter 34 inci, kran air, pasir, kerikil, baut, cincin karet, soket besi, selotip, tali plastik, pecahan kaca, arang, bor besi, sikat, ember, lem pipa, gergaji, dan pompa air diperlukan. Desain alat penjernihan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 55 Tahapan kerja penjernihan Air

Sumber: Jauhari, dkk (2012) mengenai Penerapan Metode Penjernihan Air

Alat yang dibuat dengan cara yang ditunjukkan di atas memiliki langkah-langkah yaitu, Drum I (atas) merupakan tempat penampungan air yang berasal dari sumbernya. Itu akan tinggal di dalam drum selama 30 menit, drum kedua (bawah) adalah saringan pasir lambat. Air baku yang disaring dari drum I terlebih dahulu melewati pasir, kemudian melalui lapisan kerikil, dan kemudian air bersih mengalir keluar dari drum II.

H. Jaringan Listrik

Disetiap rumah listrik menjadi kebutuhan yang mutlak, dimana setiap kegiatan tidak terlepas dari kebutuhan sehari-hari. dalam penelitian Jawoto, dkk (2019) bahwa terdapat beberapa sumber energi listrik yang dapat diperbaharui diantaranya sebagai berikut:

- 1) Listrik dari matahari. Energi matahari merupakan bentuk energi terbesar di Bumi yang berpotensi menjadi sumber energi terbarukan, menjadikannya sumber energi yang tidak terbatas.

- 2) Bahan bakar biomassa berasal dari bahan organik seperti bahan tumbuhan, kotoran hewan, dan kotoran manusia dan juga dapat bersr dari Kayu, tanaman energi (energy corps),
- 3) Energi energi sampah adalah tiga contoh sumber biomassa yang dapat digunakan sebagai bahan bakar energi. Limbah yang digunakan sebagai energi di pabrik untuk pembangkit listrik tenaga sampah. Tanpa dimanfaatkan dan langsung dibuang begitu saja ke tempat pembuangan akhir (TPA), dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk pembangkit listrik tenaga sampah. Daripada dibuang begitu saja ke tempat pembuangan akhir (TPA), volume timbunan sampah kota akan lebih bermanfaat sebagai sumber energi listrik.
- 4) Energi dari Mikrohidro. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) menghasilkan listrik dengan memanfaatkan tenaga air sebagai penggerak turbin. Sumber energi terbarukan terbesar adalah tenaga air. Tenaga air digunakan untuk menghasilkan listrik di hampir 150 negara di seluruh dunia. Untuk penyediaan energi listrik melalui Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), PLTA merupakan sumber energi utama di Indonesia.

Pembangkit Listrik

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah jenis pembangkit listrik yang mendapatkan energinya dari potensi air sebagai bahan bakar. Ketinggian jatuh dan penguncian adalah dua hal yang menentukan kapasitas pembangkit listrik tenaga air untuk menghasilkan listrik. Energi listrik maksimum, Specified Power, Peak Power, Specific Peak Power, dan Regulated Power adalah lima jenis energi listrik yang dihasilkan oleh generator. Ada dua jenis konstruksi untuk PLTA: tipe reservoir dan tipe limpasan. Ada dua metode konstruksi yang berbeda untuk tipe reservoir PLTA: penyimpanan yang dipompa dan pengontrol kolam (pengontrol kolam/waduk). Pembangkit listrik tenaga air yang dipompa beroperasi dengan terlebih dahulu menghasilkan listrik dan kemudian mengembalikan udara ke kolam penyimpanan yang menyerupai sungai. Saat generator tidak digunakan, pembangkit listrik tenaga air tidak meningkatkan tekanan udara dengan menggunakan bendungan atau waduk. Untuk tekanan udara yang optimal, sebaliknya udara diarahkan lebih rendah.

Pembangkit listrik tenaga uap, juga dikenal sebagai PLTU, adalah Pembangkit listrik konvensional yang menggunakan batu bara atau bahan bakar fosil lainnya. PLTU menghasilkan uap internal dengan memanaskan air menggunakan panas dari pembakaran batu bara. Siklus yang digunakan adalah siklus tertutup, artinya fluida selalu digunakan kembali. Air laut, hidrogen, zat pendingin, dan bahan lainnya digunakan untuk mendinginkan uap air. Ada tiga jenis boiler: boiler tabung air, boiler tabung api, dan boiler gabungan. Pabrik desalinasi adalah alat pembangkit yang menggunakan uap air sebagai media pendingin dan menetralkan garam dalam air laut. Pabrik klorinasi adalah alat yang menambahkan klorin ke media pendingin untuk membunuh mikroorganisme yang dapat tumbuh dan menyumbat

saluran pendingin untuk uap air. Pasokan batubara generator ke boiler ditangani oleh unit penanganan batubara.

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) adalah pembangkit listrik konvensional yang menggunakan minyak bumi sebagai bahan bakarnya. Untuk informasi lebih lanjut, lihat gambar di bawah ini. Pembangkit listrik tenaga diesel digerakkan oleh energi mekanik yang dihasilkan ketika bahan bakar solar meledak di ruang bakar. Kecepatan nominal mesin diesel menentukan pilihan bahan bakar untuk pembangkit listrik tenaga diesel. memiliki lebih dari 1500 putaran per menit. Solar yang digunakan paling sedikit adalah pertadex. Pada saat listrik PLN primer padam, pembangkit jenis ini biasanya dimanfaatkan industri sebagai pembangkit listrik cadangan. Biasanya terletak di pulau atau lokasi lain yang tidak dapat diakses oleh jalur transmisi. Prinsip kerja mesin diesel adalah kompresi. Berbeda dengan mesin bensin yang membakar bahan bakar menggunakan arus percikan yang murah, mesin diesel memampatkan bahan bakar di bawah tekanan tinggi (panas).



Gambar 56 Energi listrik

Sumber: Dokumentasi, 2022

Selain itu standar pelayanan tegangan rendah pada rumah-rumah di perumahan yaitu dengan asumsi tegangan yaitu sebeser 200 volt, jika adanya voltase yang berbeda maka akan diberikan peringatan terhadap ketidaksesuaian dari arus listrik yang mengalir pada instalasi jaringan kabel yang terpasang. Menurut UU No 30 tahun 2009 tentang ketenagalistrikan bahwa distribusi tenaga listrik adalah penyaluran tenaga listrik dari sistem transmisi atau dari pembangkitan ke konsumen. Pemasangan seluruh instalasi di dalam lingkungan perumahan ataupun dalam bangunan hunian juga harus direncanakan secara terintegrasi dengan berdasarkan peraturan-peraturan dan persyaratan tambahan yang berlaku.

I. Ruang Terbuka Hijau

Pembagian RTH secara fisik dibedakan menjadi RTH alami yaitu kawasan lindung, habitat liar alami dan taman-taman nasional sedangkan RTH non alami dengan kata lain binaan berupa taman, pemakaman atau jalur-jalur hijau jalan dan lapangan. Berdasarkan fungsinya RTH dibagi menjadi lima fungsi diantaranya fungsi ekologis, resapan air, sosial budaya, estetika, dan ekonomi. Ruang Terbuka Hijau (RTH) diartikan sebagai area memanjang/jalur dan/atau mengelompok yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang non alamiah, dengan mempertimbangkan dari kelima aspek fungsi tersebut. Secara struktur ruang, RTH mampu mengikuti pola ekologis (mengelompok, memanjang, tersebar), maupun pola planologis (hirarki dan struktur ruang perkotaan). Selain itu juga, dari segi kepemilikannya, RTH dibagi menjadi RTH publik dan RTH privat.

Ruang Terbuka Hijau Publik yang selanjutnya disebut RTH Publik adalah ruang terbuka hijau yang dimiliki, dikelola, dan/atau diperoleh Pemerintah Daerah kabupaten/kota atau Pemerintah Daerah Khusus Ibu Kota melalui kerjasama dengan pemerintah dan/atau masyarakat serta digunakan untuk kepentingan umum. Ruang Terbuka Hijau Privat yang selanjutnya disebut RTH Privat adalah RTH milik institusi tertentu atau orang perseorangan yang pemanfaatannya untuk kalangan terbatas. (Permen 14 Tahun 2022)

1. RTH Publik

RTH publik adalah Ruang terbuka hijau publik, adalah RTH yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah daerah kota/kabupaten yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum, ruang penempatan pertandaan (signage) sesuai dengan peraturan perundangan dan tidak mengganggu fungsi utama RTH tersebut. Jenis-jenis untuk RTH Publik yaitu sebagai berikut:

- a. RTH Taman: Taman RT, Taman RW



(a). RTH Taman RT

(b). RTH Taman RW

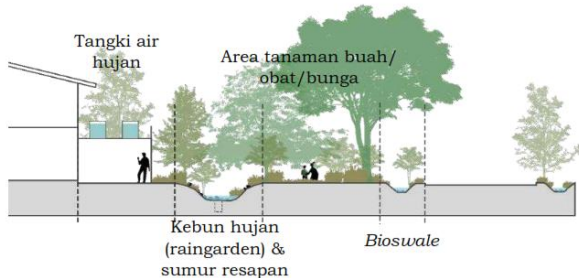
Gambar 57 Ilustrasi Pengembangan Kawasan/ Zona RTH

Sumber: Permen 14 Tahun 2022

- b. RTH Jalur Hijau Jalan: Jalur pejalan kaki
2. RTH Privat

RTH privat perumahan berupa taman-taman maupun tanaman di pot baik di pekarangan rumah maupun di jalan perumahan. Sedangkan RTH di kawasan perkampungan kebanyakan merupakan tanaman pot didepan rumah yang tidak semua rumah memiliki RTH privat ini. RTH Privat dimiliki dan dikelola oleh swasta/masyarakat, antara lain berupa kebun atau halaman rumah/gedung milik masyarakat/swasta yang ditanami tumbuhan. Menurut Peraturan Menteri PU no.12 tahun 2009 Ruang Terbuka Privat terdiri dari Ruang Terbuka Hijau (RTH) dan ruang Terbuka Non Hijau (RTNH). Adapun untuk jenis RTH privat yaitu sebagai berikut:

- a. Pekarangan rumah tinggal
Berdasarkan peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008
Pekarangan adalah lahan di luar bangunan, yang berfungsi untuk berbagai aktivitas. Luas pekarangan disesuaikan dengan ketentuan koefisien dasar bangunan (KDB) di kawasan perkotaan, seperti tertuang di dalam PERDA mengenai RTRW di masing-masing kota.



Gambar 58 Ilustrasi RTH pada Pekarangan Rumah

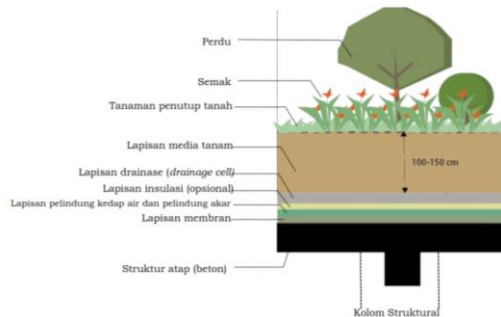
Sumber: Permen 14 Tahun 2022

- b. Jalur trotoar dan area parkir terbuka disediakan di halaman toko dan tempat usaha
- c. Taman atap bangunan
Pada umumnya, luas lahan terbuka terbatas, ruang terbuka hijau dapat memanfaatkan ruang terbuka non hijau, seperti atap bangunan, teras rumah, teras gedung bertingkat dan sisi bangunan, dll dengan melalui media tambahan, seperti pot bunga sesuai tersedia berbagai ukuran lahan yang tersedia. Lebih dari 90% lahan KDB, seperti kawasan perbelanjaan di pusat kota, atau kawasan dengan

kepadatan tinggi dan lahan yang sangat terbatas, dapat menyediakan ruang terbuka hijau di atap gedung. Untuk itu, bangunan harus memiliki struktur atap yang layak secara teknis. Aspek-aspek yang harus diperhatikan dalam membuat taman atap adalah:

- 1) struktur bangunan;
- 2) lapisan kedap air (waterproofing);
- 3) sistem utilitas bangunan;
- 4) media tanam;
- 5) pemilihan material;
- 6) aspek keselamatan dan keamanan;
- 7) aspek pemeliharaan peralatan tanaman

Ilustrasi Taman Atap Intensif, dengan ketebalan media tanam 25-150 cm dan dapat ditanami vegetasi penutup tanah (groundcover), semak, dan/atau perdu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 59 Ilustrasi Taman Atap

Sumber: Permen 14 tahun 2022

Adapun Ruang terbuka hijau rooftop garden perlu memiliki ukuran yang tidak terlalu besar, tahan hembusan angin, dan tidak membutuhkan banyak air untuk menumbuhkan akar dengan baik di media taman yang terbatas. Adapun kepemilikan RTH maupun pengelolaan dapat dilihat pada table 6 berikut

Tabel 6 Kepemilikan RTH

No	Tipologi RTH	Kepemilikan RTH		Pengelolaan RTH	
		Publik	Privat	Publik	Privat
A	Kawasan/Zona RTH				
A.1	Rimba Kota	•	•	•	•
A.2	Taman Kota	•		•	•
A.3	Taman Kecamatan	•		•	•
A.4	Taman Kelurahan	•		•	•
A.5	Taman RW	•		•	•
A.6	Taman RT	•		•	•
A.7	Pemukaman	•	•	•	•
A.8	Jalur Hijau	•	•	•	•
B	Kawasan/Zona Lainnya				
B.1	Kawasan/ Zona yang memberikan Perlindungan Terhadap Kawasan Baahannya	•	•	•	•
B.2	Kawasan/ Zona Perlindungan Setempat	•	•	•	•
B.3	Kawasan/Zona Konservasi	•		•	•
B.4	Kawasan/Zona Hutan Adat	•	•	•	•
B.5	Kawasan/Zona Lindung Geologi	•		•	•
B.6	Kawasan/Zona Cagar Budaya	•	•	•	•
B.7	Kawasan/Zona Ekosistem Mangrove	•	•	•	•
B.8	Kawasan/Zona Hutan Produksi	•	•	•	•
B.9	Kawasan/Zona Perkebunan Rakyat	•	•	•	•
B.10	Kawasan/Zona Pertanian	•	•	•	•
C	Objek Berfungsi RTH				
C.1	Objek Berfungsi RTH Pada Bangunan	•	•	•	•

No	Tipologi RTH	Kepemilikan RTH		Pengelolaan RTH	
		Publik	Privat	Publik	Privat
C.1.a	Taman Atap (roof Garden)	•	•	•	•
C.1.b	Taman Podium (podium garden)	•	•	•	•
C.1.c	Taman Balkon (balcony garden)	•	•	•	•
C.1.d	Taman Koridor (corridor garden)	•	•	•	•
C.1.e	Taman Vertikal (vertical garden)	•	•	•	•
C.1.f	Taman dalam Pot (planter box garden)	•	•	•	•
C.1.g	Taman dalam Kontainer (containgarden)	•	•	•	•
C.2	Objek Berfungsi RTH pada Kaveling				
C.2.a	Persil pada Kawasan/Zona Perumahan	•	•	•	•
C.2.b	Persil pada Kawasan/Zona Perdagangan dan Jasa	•	•	•	•
C.2.c	Persil pada Kawasan/Zona Perkantoran	•	•	•	•
C.2.d	Persil pada Kawasan/Zona Industri	•	•	•	•
C.2.e	Pekarangan Rumah		•		•
C.3	RTB				•
C.3.a	Danau	•		•	•
C.3.b	Waduk	•		•	•
C.3.c	Sungai	•		•	•
C.3.d	Embung	•		•	•
C.3.e	Situ	•		•	•
C.3.f	Mata Air	•	•	•	•
C.3.g	Rawa	•	•	•	•
C.3.h	Biopori	•	•	•	•
C.3.i	Sumur Resapan	•	•	•	•

No	Tipologi RTH	Kepemilikan RTH		Pengelolaan RTH	
		Publik	Privat	Publik	Privat
C.3.j	Bioswale	•	•	•	•
C.3.k	Kebun Hujan (rain garden)	•	•	•	•
C.3.l	Kolam Retensi dan Detensi	•	•	•	•
C.3.m	Rawa Buatan (constructed wetland)	•	•	•	•

Sumber: PERMEN 14 Tahun 2022

Ruang terbuka hijau public ataupun privat memiliki fungsi utama yaitu fungsi ekologis, social, budaya ekonomi dan estetika atau arsitektur. Ruang terbuka hijau dengan fungsi social seperti tempat istirahat, lapangan olahraga, dan/atau taman bermain harus dapat diakses oleh semua orang, termasuk penyandang disabilitas dan terbuka untuk umum.

Ruang Terbuka Non Hijau yang selanjutnya disingkat RTNH adalah area berupa lahan yang diperkeras yang menggunakan material ramah lingkungan maupun kondisi permukaan tertentu yang dapat ditanami tumbuhan. (Permen 14 Tahun 2022).

Dalam penelitian Sagala, dkk, 2017 yang berjudul Perencanaan Taman Kota Sebagai Salah Satu Atribut Kota Hijau Di Kecamatan Gedebage, Bandung. Memiliki beberapa karakteristik dalam pengembangan kota yang memiliki nilai keberlanjutan. Ruang Terbuka Hijau salah satu ciri kota hijau adalah adanya taman kota dengan menerapkan Program pengembangan Kota Hijau (P2KH) (Ratnasari et al. 2015). Sebagaimana disampaikan Kementerian Pekerjaan Umum (2011) Program Pengembangan Kota hijau (P2KH) merupakan Program Pengembangan Kota Hijau (P2KH) merupakan salah satu langkah pemerintah pusat bersama dengan pemerintah provinsi dan pemerintah kota/kabupaten dalam memenuhi ketentuan Undang-undang Penataan Ruang terkait pemenuhan luas RTH perkotaan. P2KH merumuskan delapan atribut kota hijau yaitu

1. Green planning dan green design

Konsep taman kota ini diimplementasikan dengan mengusulkan desain yang terdiri dari 80% hijau dengan pemeliharaan minimal (low maintenance). Konsep pemeliharaan minimal tercermin dari pemilihan material yang mudah dirawat, mudah ditemukan (material lokal), tidak mudah rusak, dan menggunakan energi terbarukan yaitu menggunakan

energi matahari. Disarankan untuk menggunakan bahan bangunan yang ramah lingkungan.

2. Green community
3. Green open space,
4. Green building
Dengan menggunakan prinsip bangunan hijau, upaya harus dilakukan untuk menciptakan struktur yang hemat energi dan ramah lingkungan. Untuk mendukung hal tersebut, bangunan di taman akan memiliki finishing yang ramah lingkungan, seperti penambahan tanaman rambat pada dinding bangunan sebagai komponen untuk menurunkan suhu bangunan, penggunaan batu alam sebagai penghias bangunan, dan penggunaan struktur yang tidak merugikan.
5. Green energy
Energi hijau mengacu pada pemanfaatan sumber energi terbarukan seperti energi matahari. Pemanfaatan sumber energi terbarukan dapat berupa perlengkapan penerangan jalan dengan panel surya sehingga masing-masing lampu memiliki sumber listrik tersendiri.
6. Green transportation
Penggunaan konsep yang ramah lingkungan ini dapat mengembangkan transportasi berkelanjutan yang berprinsip pada pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan.
7. Green water
Konsep yang diarahkan untuk efisiensi pemanfaatan sumber daya air untuk keberlangsungan hidup dengan meminimalisir penyerapan air, mengurangi limpasan air, dan efisiensi pemakaian air.
8. Green waste.
Green waste ini memanfaatkan limbah sampah. Sebelum dilakukan, limbah sampah telah dipisah berdasarkan jenisnya yaitu plastik, kertas, kaleng dan botol, dan sampah umum. Limbah sampah yang dapat dimanfaatkan kembali akan dikumpulkan di tempat komunitas pengrajin limbah sampah dan akan dinovasikan berbagai benda baru maupun sculpture berbagai objek.

Berdasarkan delapan atribut pengembangan taman kota tersebut menjadi salah satu pengembangan berkelanjutan infrastruktur permukiman yang memiliki nilai tambah dalam penghijauan sebuah kawasan. Sehingga dapat mencegah beberapa bencana maupun memiliki nilai keberlanjutan pada RTH.

DAFTAR PUSTAKA

DIREKTORAT JENDERAL MINYAK DAN GAS BUMI KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERA. PEMBANGUNAN JARINGAN GAS BUMI UNTUK RUMAH TANGGA

Sarosa, Wicaksono, dkk. (2017). Panduan Praktis Implementasi Agenda Baru Perkotaan Untuk Kota Berkelanjutan Di Indonesia. Jakarta: PUPR.

Kuswartojo, T., dkk. (2005). Perumahan dan Pemukiman di Indonesia. Bandung: ITB. ISBN 979-3507-62-4

Sadana, S. A. (2014). Perencanaan Kawasan Pemukiman. Jakarta: Graha Ilmu. ISBN 978-602-262-241-3

Persada, C. dkk. (2014). Penentuan Status Keberlanjutan Infrastruktur Perkotaan (Studi Kasus : Kota Bandarlampung). Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan.

Yudohusodo, Siswono, dkk. 1991. Rumah Untuk Seluruh Rakyat. Kementerian Lingkungan Hidup.

SNI 3242:2008 Tentang Pengelolaan sampah di permukiman

SNI 03-1733-2004 Tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan

Permen 14 Tahun 2022 Tentang Ruang Terbuka Hijau

Putra, P. R., Hidayati, N. A., Soewarni, I. (2021). Strategi pembangunan perkotaan berkelanjutan di kota batu. Jurnal Inovasi Penelitian. Vol. 1 (9).

Hidayat, A., Putra, G. S. (2018). Kajian Kondisi Infrastruktur Jalan Lingkungan di Kawasan Kelurahan. Jurnal Teknik Sipil UNPAL. Vol 8 (2).

Suhudi, S., dan Koten, S. W. (2020). Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Istana Safira di Jalan Jambu Semanding Sumber Sekar, Dau, Kabupaten Malang. Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia, 5(2), 147-158.

Bahunta, L., Waspodo, B. S. (2019). Rancangan Sumur Resapan Air Hujan sebagai Upaya Pengurangan Limpasan di Kampung Babakan, Cibinong, Kabupaten Bogor. Jurnal teknik sipil dan lingkungan. Vol. 04 (1).

Wulandari, R.W. (2014). Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju – Sumatera Selatan). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol.2. No. 3

Istiqomah, N., dkk. (2019). Konsep Reduce, Reuse, Recycle dan Replace dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Desa Polanharjo Kabupaten Klaten. *Jurnal Semar*, Vol.8 No.2

Yudistira, Y. (2013). Prioritas Peningkatan Prasarana Berkelanjutan Perumahan Bukit Baruga di Makassar. *Jurnal Arsitektur, Kota dan Permukiman (Losari)*.

Setyono, J., Mardiansjah, FH., Astuti, MFK. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*. Vol. 13 (2) 177 - 186.

Jauhari, Rohmah, N., Asih, W. S., Walid. S. (2012). Penerapan Metode Penjernihan Air. Vol. 2 (2)

Lufira, R.D, Zuhriyah, L., Muktiningsih, S.D., Rahayu, A.P., Fauzi, D.A, Model Penjernih Air Hujan Untuk Air Bersih, *Jurnal Teknik Pengairan*.
[mhhttps://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2021.012.01.06](https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2021.012.01.06)

Palilu, G. A., dan Pratomo, I. (2014). Studi Awal Perencanaan Jumlah BTS dalam Penerapan Menara Bersama Telekomunikasi di Kota Palangka Raya. *Jurnal Buletin Pos dan Telekomunikasi*. Vol. 12 (4) 269 – 278.

Lasminto, Umboro. (2016). Studi Potensi Tampung Air Sebagai Sumber Air baku Kota Surabaya, *Symposium I Jaringan Perguruan Tinggi untuk Pembangunan Infrastruktur Indonesia*.

Olivia, A., Sekar, H., Lusianti, M. (2021). Analisis Penempatan Regulator Sector Jaringan Gas Rumah Tangga Berdasarkan Maximum Coverage Location Problem (Case Study: Jaringan Gas Rumah Tangga Kota Depok, Jawa Barat). *Jurnal Logistik Indonesia*. Vol. 5 (1) 24 – 33.

Hasan, Sasongko, I., Poewarti, T. (2020). Konsep Penanganan Sanitasi Permukiman Kumuh di Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang. *Planologi UNDIP*. Vol 22 (1) 83-93.

Marinda, P., Setijawan, A., Maksimilianus, A. (2019). Upaya Peningkatan Partisipasi Dan Pemberdayaan Masyarakat Dalam Implementasi Konsep Pembangunan Berkelanjutan Kampung Glintang Kota Malang.

Ervianto, I. W. (2018). Kajian Tentang Kota Berkelanjutan di Indonesia (Studi Kasus Kota Yogyakarta). *Jurnal Media Teknik Sipil*. Vol 16 (1) 60-65.

Sari, C. (2014). Jalur Pedestrian Adalah Hak Ruang Bagi Pejalan Kaki. *Jurnal Peradaban Sains, rekayasa dan teknologi*. Vol 2 (1).

Nugroho, J. A. (2017). Evaluasi Gangguan Jaringan Telepon Menggunakan Metode FTA dan FMEA. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*. Vol 16 (2) 88-99.

Suparmoko, Muhammad. (2020). Konsep Pembangunan Berkelanjutan Dalam Perencanaan Pembangunan Nasional dan Regional. *Jurnal Ekonomika dan Manajemen*. Vol 9 (1) 39-50.

Veronica, I.D. (2022). Pemanfaatan Sumber Daya Alam Terhadap Pembangunan Berkelanjutan Dalam Persepektif Ekonomi Islam. *Jurnal Dinamika Ekonomi Syariah*. Vol 9 (2) 200.

Tanan, Natalia & Suprayoga, B.G. (2015). Fasilitas Pejalan Kaki Dalam Mendukung Program Pengembangan Kota Hijau. *Jurnal HPJI*. Vol 1 (1) 17-28

Khotimah, S.N., Mardhotilla, A.N., Arifaini, N., Sumiharni. (2021). Karakterisasi Limbah Cair Greywaterpada level Rumah TanggaBerdasarkan Sumber Emisi. *Jurnal Saintis*. Vol 21 (02) 71-78

Rintayati, P., Matsuri, Mahfud, H. (2017). Penerapan Ecotech Gardenuntuk Kemudahan Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga Yang Kreatif Bagi Warga Se-Kecamatan Jebres Surakarta. *Jurnal SEMAR*. Vol 5 (2)

Guntoro, E.D., Harisuseno, D., Cahya, N.E. (2017). Pengelolaan Drainase Secara Terpadu Untuk Pengendalian Genangan Di Kawasan Sidokare Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik Pengairan*. Vol 8 (1) 60-71

Iriani, kurnia., Gunawan Agustin., Besperi. (2013). Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Konservasi Air Tanah Di Daerah Permukiman (Studi Kasus Di Perumahan Rt. li, lii, Dan Iv Perumnas Lingkar Timur Bengkulu). *Jurnal Inersia*. Vol 5 (1)

Ikhshan, Muhammad., Refiyanni, Meidia. (2017). Analisis Jumlah Lubang Resapan Biopori Pada Lahan Terbuka Kampus Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*. Vol. 3 (2)

Sagala, R.A., dkk. (2017). Perencanaan Taman Kota Sebagai Salah Satu Atribut Kota Hijau Di Kecamatan Gedebage, Bandung. *Jurnal Arsitektur, Bangunan, & Lingkungan*. Vol. 6 (3)

Fauzyah Rahmah, Ari Subowo (2015) IMPLEMENTASI PROGRAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR PERDESAAN (PPIP) DI DESA WIRU KECAMATAN BRINGIN

KABUPATEN SEMARANG. Departemen Administrasi Publik Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Diponegoro.

Rahmadi, Budi Setiawat. (2020). EVALUASI PROGRAM PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR PEDESAAN JALAN USAHA TANI DESA KANDRIS KECAMATAN BENUA LIMA KABUPATEN BARITO TIMUR. Program Studi Administrasi Publik, Sekolah Tinggi Ilmu Administrasi Tabalong.

Faizah (2008), Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Berbasis Masyarakat, Universitas Diponegoro, Yogyakarta.

Karo, Yessi (2009), Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kelurahan Sidorame Timur Kecamatan Medan Perjuangan Kota Medan, USU, Medan.

GAMBARAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK KOMUNAL DI KELURAHAN SIMOKERTO, KECAMATAN SIMOKERTO, KOTA SURABAYA

Suryani, S.A. (2014). Peran Bank Sampah Dalam Efektivitas Pengelolaan Sampah (Studi Kasus Bank Sampah Malang). Pusat Pengkajian, Pengolahan Data dan Informasi (P3DI).

Diartika, A.I.E., Sueb. (2021). Studi Kasus Pencemaran Sampah Dan Pengelolaan Sampah Di Tpa Supit Urang Malang. Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota. Vol. 17 (1)

Talakua, L. B. (2019). Pemanfaatan Tinja Manusia Sebagai Bio Energi Alternatif Melalui Perancangan Sistem Instalasi Pipa Pembuangan Septik-Tank Tersentralisasi Pada Perencanaan Pembangunan Perumahan. TECNOSCENZA. Vol. 3 (2)

=====

BIOGRAFI



1. Nama : Ibnu Sasongko
2. Tempat / Tanggal Lahir : Malang, 08 September 1959
3. Alamat : Jl Bendungan Bening 56 Malang
4. Tlp : 08121745725
5. e-mail : ibnukoko59@gmail.com
6. Pekerjaan : Dosen Perencanaan Wilayah dan Kota Institut Teknologi Nasional - Malang
7. Kebangsaan : Indonesia
8. Pendidikan : S1 Planologi ITB Tahun 1985
: S2 Perancangan Kota - Arsitektur ITS Tahun 1998
: S3 Permukiman – Arsitektur ITS tahun 2006
9. Keanggotaan dalam organisasi profesi : Ikatan Ahli Perencanaan (IAP)
Strata: Ahli Utama
10. Keanggotaan dalam profesi keahlian

dikeluarkan oleh : Badan Sertifikasi Ikatan Ahli Perencanaan
Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi Nasional

11. Pengalaman kerja Profesional :

Sejak 1985 terlibat dalam penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota, Kabupaten, Provinsi, Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Perkotaan, Rencana Tata Ruang Kawasan Pariwisata, Rencana Tata Ruang Kawasan Pesisir dan Pulau – Pulau Kecil, Rencana Tata Ruang Desa, RPJP, RPJM dan sejenis di berbagai wilayah di Indonesia

Adapun beberapa kegiatan diantaranya adalah menjadi team leader dalam penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah di: Provinsi Papua, Provinsi Papua Barat, Nusa Tenggara Barat, Jawa Timur, Kota Surabaya, Kota Malang, Kota Madiun, Kota Batu, Kabupaten Malang, Kabupaten Nganjuk, Kabupaten se Pulau Sumba, dll; Perencanaan Kawasan Pariwisata, Perencanaan Kawasan Perdesaan, Kawasan Strategis Lingkungan, Rencana Pembangunan Jangka Panjang, Rencana Pembangunan Jangka Menengah, Integrasi Rencana Pembangunan dan Rencana Tata Ruang Wilayah, serta perencanaan Tata Ruang di berbagai wilayah lain di Indonesia.

Menjadi Nara sumber dalam beberapa kegiatan Penataan Ruang, antara Lain: Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional, Kementerian Dalam Negeri, Provinsi Jawa Timur, Provinsi Kalimantan Tengah, Kabupaten Malang, Kabupaten Sumba Barat Daya, Kabupaten Tabalong, dan beberapa wilayah lain di Indonesia. Beberapa kali menjadi Key note Speaker secara nasional dan internasional, antara lain : International Symposiun - The Models of Kampung Improvement Program In Supporting Sustainable Development, The Role Of Kampung Heritage as An Urban Tourism Object, (Case Study: Kampung Kayutangan Malang – East Java), Key note Speaker: Seminar Nasional: Revolusi Industri dan Perubahan Paradigma Perencanaan Tata Ruang, Juga menjadi pembicara dalam beberapa seminar nasional dan internasional