

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Analisa Data	Hasil
1	Rusedie, I WayanMundra, Nenny Roostrianawaty (2022)	“Evaluasi Dan Perencanaan Ulang Sistem Drainase Pada Kawasan Jalan Sudimoro Kota Malang	Data curah hujan menggunakan 3 stasiun curah hujan terdekat,Uji kesesuaian distribusi yang digunakan adalah metode EJ. Gumbel.	Berdasarkan dari perhitungan kapasitas saluran drainase eksisting yang dimana tidak semua saluran drainase dapat mampu menampung debit banjir rencana. Oleh karena itu diperlukannya alternatif lain guna menanggulangi banjir dengan perencanaan ulang saluran drainase tersebut diperlukannya dimensi drainase baru.
2.	Lourin, Dr. Ir. Kustamar, MT, Sriliani Surbakti, MT. (2018).	“Evaluasi Dan Perencanaan Saluran Drainase Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon”	Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data curah hujan menggunakan 10 tahun terakhir.Menghitung g debit air kotor.	Untuk mengatasi saluran Yang tidak mencukupi dalamUpaya penanggulangan banjirMaupun genangan dapat Dilakukan peningkatan Kapasitas saluran dengan caraMelakukanpelebaran,Peng gerukan pada dimensi Saluran, yang sesuai denganTata guna lahan dan kondisi Sekitar.
3.	Halwa Zuyyinal Ilmi, Ir. I Wayan Mundra., MT, Ir. Bambang Wedyantadji., MT.(2021)	“Kajian Evaluasi Kinerja Saluran Drainase Di Daerah Air Hitam Kota Samarinda”	Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder.Solusi Penangan	Alternatif lain guna menanggulangi banjir yaitu perlunya pemeliharaan pada saluran-saluran drainase yang ada, yang dibutuhkannya perawatan

			banjir dengan perencanaan ulang dimensi saluran eksisting yang tidak memenuhi untuk menampung debit banjir rencana.	secara berkala agar kerusakan pada saluran, sedimentasi yang menumpuk pada saluran, dan penyumbatan akibat sampah dapat diminimalisir. Dan juga alternatif lain guna menanggulangi banjir/limpasan seperti memperbaiki kondisi tata guna lahan, dan memperlebar dan memperdalam dimensi saluran eksisting yang tidak memenuhi untuk menampung debit banjir rencana
4.	Ryanwira Adha, I Wayan Mundra, Nenny Roostrianawaty.(2020)	“Evaluasi Dan Perencanaan Ulang Sistem Drainase Pada kawasan Jalan Sudimoro Kota Malang”	Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. - Data yang digunakan ialah data curah hujan 10 tahun terakhir - Menghitung debit airkotor.	Berdasarkan hasil dari evaluasi kapasitas saluran eksisting, diketahui bahwa salah satu penyebab terjadinya genangan air pada daerah penelitian diakibatkan karena kapasitas saluran yang tidak mencukupi menampung debit banjir rencana. Oleh karena itu dilakukan pembesaran dimensi pada ruas saluran yang tidak mencukupi untuk menampung debit rancangan.

1.2 Pengertian Drainase

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris drainage mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air,

baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu¹

Saluran drainase tadi bisa berupa saluran alami misalnya sungai, atau saluran yang sengaja dibangun misalnya parit, gorong-gorong atau pipa. Saluran drainase ini mempunyai banyak manfaat, diantaranya menghindari banjir, mengurangi jumlah kelebihan air pada suatu daerah, dan mengendalikan erosi tanah. Drainase perkotaan berfungsi (Nurhamidin, 2015).

1. Mengeringkan bagian daerah kota yang bagian atas lahannya lebih rendah berdasarkan genangan sebagai akibatnya tidak mengakibatkan efek negatif berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik warga.
2. Mengalirkan kelebihan air bagian atas ke badan air terdekat secepatnya supaya tidak membanjiri atau menggenangi kota yang bisa mengganggu selain harta benda warga pula infrastruktur perkotaan.
3. Mengendalikan sebagian air bagian atas dampak hujan yang bisa dimanfaatkan menjadi persediaan air.
4. Meresapkan air bagian atas buat menjaga kelestarian air tanah.

1.2.1 Klasifikasi Drainase

- a. Drainase berdasarkan cara terbentuknya terbagi dua yaitu:

- 1) Drainase Alamiah.

Drainase alami merupakan drainase yang terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia. Drainase alami terbentuk dampak erosi air yang berlangsung lama, dan terbentuk dalam kondisi tanah dengan kemiringan yang cukup, sebagai akibatnya air mengalir ke sungai secara otomatis. Daerah menggunakan drainase alami yang relatif baik membutuhkan perlindungan yang lebih sedikit daripada wilayah dataran rendah, dan 5 wilayah ini dianggap menjadi genangan air yang kondusif dari wilayah anak sungai yang luas.

¹ Muhammad Aswar and Amirudin Kubalay, 'Evaluasi Kinerja Saluran Drainase Pada Jalan Bate'Salapang', 2022, 1-74.

2) Drainase Buatan

Drainase buatan merupakan sistem dengan tujuan tertentu yang adalah hasil rekayasa berdasarkan hasil perhitungan dan bertujuan untuk memperbaiki atau melengkapi kekurangan dari sistem drainase alami. Sistem drainase yang dihasilkan membutuhkan struktur spesifik misalnya parit, drainase batu, gorong-gorong, dan pipa

b. Drainase berdasarkan sistem pengalirannya, terdiri dari dua jenis yaitu:

1) Drainase dengan sistem jaringan

Drainase dengan sistem jaringan merupakan sistem pengeringan atau pengaliran air dalam suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata saluran menggunakan bangunan-bangunan pelengkap.

2) Drainase dengan sistem resapan

Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air kedalam tanah.

c. Drainase berdasarkan tata letaknya, terdiri dari dua jenis yaitu:

1) Drainase permukaan tanah

Drainase permukaan tanah merupakan sistem drainase yang salurannya berada di atas permukaan tanah yang pengaliran air terjadi karena adanya beda tinggi permukaan saluran.

2) Drainase bawah permukaan tanah

Drainase bawah permukaan tanah merupakan sistem drainase yang dialirkan di bawah tanah umumnya karena dalam suatu area yang tidak memungkinkan untuk mengalirkan air di atas permukaan tanah.

d. Drainase berdasarkan fungsi

1) Drainase single purpose

Drainase single purpose adalah saluran drainase yang berfungsi untuk mengalirkan hanya satu jenis air buangan.

2) Drainase multi purpose

Drainase multi purpose adalah saluran drainase yang berfungsi untuk mengalirkan lebih dari satu jenis air buangan secara bercampur maupun bergantian.

e. Drainase berdasarkan konstruksinya, terdiri dari dua jenis yaitu:

1) Drainase saluran terbuka

Drainase saluran terbuka umumnya memiliki luasan yang relatif dan digunakan untuk mengalirkan air hujan atau air limbah yang tidak membahayakan bagi Kesehatan lingkungan.

2) Drainase saluran tertutup

Drainase saluran tertutup ini sering digunakan untuk mengalirkan air limbah atau air kotor yang mengganggu Kesehatan lingkungan sekitar²

1.2.2 Pola.jaringan.drainase.

Sistem jaringan drainase terdiri dari beberapa saluran yang saling berhubungan sehingga menciptakan suatu pola jaringan. Dari bentuk pola jaringan bisa dibedakan sebagai berikut:

a. Pola siku

Pola siku adalah suatu pola menggunakan saluran cabang yang menciptakan siku-siku, saluran utama dan biasanya memiliki topografi sedikit lebih tinggi dari dalam sungai di mana sungai merupakan saluran pembuang primer berada di tengah kota. Pola jaringan siku dapat dilihat pada Gambar 2.1.

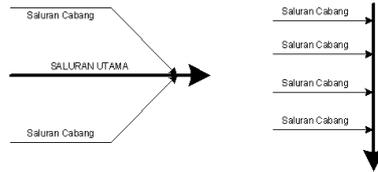


Gambar 2.1 Pola Siku

² Aswar and Kubalay.

b. Pola Paralel

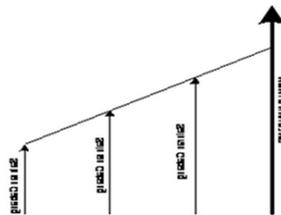
Pola paralel merupakan suatu pola di mana saluran primer terletak sejajar dengan saluran cabang yang bagian akhir saluran cabangnya dibelokkan menuju saluran primer. Pola jaringan paralel dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Pola Jaringan Paralel

c. Pola grid iron

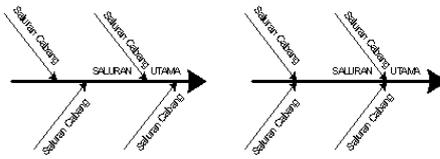
Pola grid iron merupakan pola jaringan drainase dimana sungai terletak pada pinggiran kota sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dalam saluran pengumpul lalu dialirkan pada sungai. Pola jaringan grid iron dapat dilihat pada Gambar



Gambar 2.3 Pola Jaringan Grid Iron (Sumber; Wesli, 2008)

d. Pola alamiah

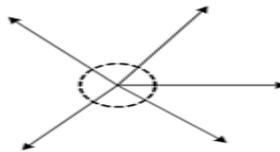
Pola alamiah merupakan suatu pola jaringan drainase yang hampir sama dengan pola siku, dimana sungai sebagai saluran primer berada di tengah kota, tetapi jaringan saluran cabang tidak terlalu berbentuk siku terhadap saluran primer. Pola jaringan alamiah dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Alamiah (Sumber; Wesli, 2008)

e. Pola radial

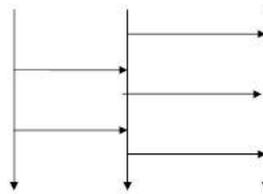
Pola radial merupakan pola jaringan drainase yang mengalirkan air dari pusat asal air dan memencar ke berbagai arah. Pola ini sangat cocok untuk wilayah berbukit. Pola jaringan radial dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Pola Jaringan Radial (Sumber; Wesli,2008)

f. Pola jaring-jaring

Pola jaring-jaring merupakan pola drainase yang memiliki saluran-saluran pembuang mengikuti arah jalan raya. Pola ini sangat cocok untuk wilayah dengan topografi datar (Tamimi,2015). Pola jaringan jaring-jaring dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pola Jaring-jaring (Sumber: Wesli, 2008)

1.2.3 Genangan

Genangan berdasarkan kamus besar bahasa Indonesia, genangan oleh Kurniawan yang dikutip Erza fawwas dari “genang” yang merupakan berhenti mengalir. Sehingga pengertian genangan air oleh Kurniawan yang dikutip Erza merupakan air yang berhenti mengalir dalam suatu area tertentu yang bukan badan air atau tempat air. Tetapi demikian bagi masyarakat secara umum, baik genangan juga banjir disamaratakan istilahnya menjadi banjir³. Banjir dan genangan terjadi dalam suatu lokasi diakibatkan diantaranya sebagai berikut

a. Sebab pengaruh manusia:

- 1) Perubahan tata guna lahan
- 2) Pembuangan sampah
- 3) Kawasan kumuh di sepanjang sungai atau drainase
- 4) Penurunan tanah
- 5) Perencanaan sistem banjir tidak tepat
- 6) Tidak berfungsinya sistem drainase lahan
- 7) Kerusakan bangunan pengendali banjir

b. Sebab alami:

- 1) Erosi dan sedimentasi
- 2) Curah hujan
- 3) Pengaruh geofisik sungai
- 4) Kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai
- 5) Pengaruh air pasang
- 6) Penurunan tanah.

1.3 Analisis Hidrologi

Menurut Hisbulloh (1995), siklus hidrologi dimulai dengan penguapan air dari laut. Uap yang dihasilkan dibawa oleh udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap air tersebut terkondensasi membentuk awan, dan pada

³ ERZA FAWWAZ MUYASSAR, ‘EVALUASI SISTEM DRAINASE KOMPLEKS PERUMAHAN HADRAH VI DESA LAMBATEUNG KABUPATEN ACEH BESAR’, 2022, 87.

akhirnya dapat menghasilkan presipitasi. Presipitasi yang jatuh ke bumi menyebar dengan arah yang berbeda-beda dalam beberapa cara. Sebagian besar dari presipitasi tersebut untuk sementara tertahan pada tanah di dekat tempat ia jatuh, dan akhirnya dikembalikan lagi ke atmosfer oleh penguapan (evaporasi) dan pemeluhan (transpirasi) oleh tanaman. Sebagian air mencari jalannya sendiri melalui permukaan dan bagian atas tanah menuju sungai, sementara lainnya menembus masuk lebih jauh ke dalam tanah menjadi bagian dari air-tanah (groundwater). Dibawah pengaruh gaya gravitasi, baik aliran air-permukaan (surface streamflow) maupun air dalam tanah bergerak menuju tempat yang lebih rendah yang akhirnya dapat mengalir ke laut. Namun, sebagian besar air permukaan dan air bawah tanah dikembalikan ke atmosfer oleh penguapan dan pemeluhan (transpirasi) sebelum sampai ke laut

Siklus hidrologi (hydrological cycle) merupakan proses pengeluaran air dan perubahannya menjadi uap air yang mengembun kembali menjadi air yang berlangsung terus menerus tiada henti-hentinya. Sebagai akibat terjadinya sinar matahari maka timbul panas. Dengan adanya panas ini maka air akan menguap menjadi uap air dari semua tanah, sungai, danau, telaga, waduk, laut, kolam, sawah dan lain-lain dan prosesnya disebut penguapan (evaporation). Penguapan juga terjadi pada semua tanaman yang disebut transpirasi (transpiration)⁴

a. Intensitas Curah Hujan

Rencana Intensitas curah hujan adalah besar curah hujan selama satu satuan waktu tertentu. Besarnya intensitas curah hujan berbeda - beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadian. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistika maupun secara empiris.

Metode yang dipakai dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah metode mononobe yaitu apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia yang ada hanya data hujan harian. Persamaan umum yang

⁴ Soedibyo, *Teknik Bendungan*. (Jakarta.: Pradnya Paramita, 2004).

dipergunakan untuk menghitung hubungan antara intensitas hujan T jam dan curah hujan maksimum harian sebagai berikut :

I = Intensitas curah hujan (mm / jam)

R24 = Curah hujanmaksimum harian (mm)

T = Lama waktu hujan (jam)

T = Waktu mulai hujan (jam)

tc = Waktu konsentrasi hujan (jam)

Berdasarkan Rumus Kirpich, waktu konsentrasi (tc) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$tc = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{0,38}$$

Dengan :

L = Panjang saluran

S = Kemiringan saluran

b. Koefesien pengaliran

Koefesien pengaliran (run-off coefficient) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas di atas permukaan tanah (surface run-off) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer (hujan total yang terjadi). Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi lahan. Pemilihan koefesien pengaliran harus diperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan di kemudian hari.

c. Analisa Debit Banjir

Rencana Debit aliran rencana sangat penting dalam perencanaan drainase, apabila salah dalam menentukan debit rencana, maka sistem drainase yang terpakai tidak akan berfungsi dengan semestinya. Debit aliran rencana juga kapasitas aliran akibat hujan, hujan yang menyebabkan adanya kemungkinan Sebagian besar air menggenang dan mengalir dipermukaan tanah (run off) dan sebagian kecil meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan Sebagian kecil meresap kedalam tanah (infiltrasi). Rumus

yang dipakai untuk menghitung debit aliran tergantung pada besarnya catchment area, pada umumnya ditentukan sebagai berikut :

1. Untuk catchment area < 25 km² dipakai Rumus Rational
2. Untuk catchment area 25 - 100 km² dipakai cara Weduwen
3. Untuk catchment area > 100 km² dipakai cara melchisor

Perhitungan debit aliran untuk selokan samping pada umumnya mencakup catchment area < 25 km² , jadi yang digunakan adalah rumus rasional

$$Q = C \times I \times A$$

Dengan :

Q = Debit banjir puncak pada periode ulang T tahun, (m³ /detik)

I = Intensitas curah hujan (mm / jam) A = Luas daerah aliran (ha)

C = koefisien pengaliran rata-rata

1.4 Analisa Hidrolika

Analisa sistem drainase dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis sistem drainase direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis. Analisa drainase diantaranya adalah perhitungan kapasitas saluran, penentuan tinggi jagaan, penentuan daerah sempadan, perhitungan kepadatan drainase, dan bangunan - bangunan yang dibutuhkan dalam sistem drainase. Dalam kaitannya dengan pengendalian banjir, analisa saluran drainase digunakan untuk mengetahui profil muka air, baik kondisi yang ada (eksisting) maupun kondisi perencanaan. Untuk mendukung analisa hitungan guna memperoleh parameterisasi desain yang handal, dibutuhkan validasi data dan metode hitungan yang representative⁵ Analisa untuk drainase dapat di jelaskan sebagai berikut:

⁵ Soewarno, *Hidrologi - Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. (Bandung, 1995).

1.4.1 Kapasitas Saluran

Kapasitas rencana dari setiap komponen sistem drainase dihitung berdasarkan rumus manning:

$$V = 1.49 R^{2/3} S^{1/2}$$

Dengan :

V = kecepatan aliran rata-rata dalam saluran (m / dtk)

Q = debit aliran dalam saluran (m³ / dtk)

n = koefisien kekasaran manning,

R = jari-jari hidraulik (m)

A = luas penampang basah

P = keliling basah

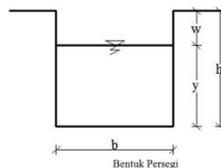
A = luas penampang saluran

1.4.2 Bentuk Penampang

Saluran drainase Debit aliran yang sama dengan debit akibat hujan, harus dialirkan pada saluran bentuk persegi, segitiga, trapesium, dan setengah lingkaran untuk drainase muka tanah (*surface drainage*).

1. Bentuk Penampang persegi

Bentuk penampang persegi dipakai untuk suatu debit - debit yang kecil, untuk membuat saluran seperti ini biasanya dibuat pada suatu daerah yang memiliki luasan kecil didukung oleh konstruksi yang kokoh dan digunakan untuk saluran air hujan, air rumah tangga dll.



Gambar 2.7 Bentuk Penampang Persegi

Untuk penampang saluran persegi panjang luas penampang basah (A), keliling basah (P), jari - jari hidrolis (R) dihitung dengan persamaan :

a. Luas penampang basah

$$A = b \times h \dots\dots\dots (5)$$

H

b. Keliling basah

$$P = b + 2h$$

c. Jari-jari hidrolis

$$R =$$

Dengan :

A = Luas penampang basah saluran (m)

B = Lebar dasar saluran (m)

H = Lebar muka air rencana (m)

M = kemiringan talud (m)

P = Keliling basah saluran (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

2.4.3 Tinggi Jagaan Penampang

Tinggi jagaan saluran adalah jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi rancang. Jarak ini harus cukup untuk mencegah gelombang atau kenaikan muka air yang melimpah ke tepi. Berikut adalah tata cara perhitungan tinggi jagaan penampang menurut pedoman perencanaan drainase (Departemen Pekerjaan Umum, 2006).

1. Tinggi jagaan (w) untuk saluran drainase jalan bentuk trapesium dan segi empat ditentukan berdasarkan rumus :

$$W = \sqrt{0,5 \times h}$$

Dengan :

W = tinggi jagaan (m)

h = kedalaman air yang tergenang dalam saluran

2.4.4 Kemiringan Saluran

Kemiringan memanjang saluran adalah kemiringan dasar saluran dan kemiringan dinding saluran. Kemiringan dasar saluran ini adalah kemiringan dasar saluran arah memanjang, umumnya dipengaruhi oleh kondisi topografi, serta tinggi tekanan yang diperlukan untuk adanya pengaliran sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Berikut adalah tata

cara perhitungan kemiringan memanjang saluran penampang menurut pedoman perencanaan drainase (Departemen Pekerjaan Umum, 2006) :

$$I_s = (VXR^{2/3})$$

Dengan :

V = Kecepatan aliran (m / detik)

n = Koefisien kekasaran manning

R = F / P = Jari - jari hidrolis (m)

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah

2.4.5 Kecepatan Aliran

Kapasitas aliran akibat hujan harus dialirkan melalui drainase sampai ke titik rencana hilir (badan air). Kecepatan rata - rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus Chezy 1976 dengan rumus Manning 1889 (Suripin, 2004), yang merupakan dasar dalam menentukan dimensi saluran, yaitu sebagai berikut :

$$R^{2/3} S^{1/2}$$

Dengan :

V = Kecepatan aliran rata-rata dalam saluran (m / det)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Radius Hidrolis (m)

A = Luas Penampang basah saluran (m²)

P = keliling basah saluran (m)

2.4.6 Dimensi Saluran

Adapun rumus yang digunakan dalam menghitung dimensi saluran yaitu : (M. Aslan, halamna 63-66).

$$V = KxR^{2/3}xI^{1/2} \quad (11)$$

$$Q = VxA \quad (12)$$

$$A = (b + mxh)h \quad (13)$$

$$P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (15)$$

A = Luas penampang saluran (m²)

R = Jari - jari hidroslis (m)

P = Keliling basah (m)

B = Lebar saluran (m)

I = Kemiringan saluran

K = Koefisien kekasaran strickler

2.4.7 Biopori

Biopori merupakan metode resapan air yang digunakan untuk mengatasi banjir dengan cara memberikan waktu tambahan untuk air bisa meresap ke dalam tanah. Peresapan air ke dalam tanah dapat diperlancar dengan adanya biopori yang dapat diciptakan fauna tanah dan akar tanaman. Dinding lubang silindris menyediakan tambahan permukaan resapan air seluas dinding saluran atau lubang yang dapat menampung sementara aliran permukaan dan memberi air kesempatan meresap ke dalam tanah yang nantinya dapat dipergunakan pada musim kemarau

Peresapan air kedalam tanah sangat mempengaruhi ketersediaan air tanah, hal tersebut dapat diperlancar dengan membuat lubang resapan yang merupakan metode alternatif yang unggul dalam menjaga lingkungan hidup. Lubang-lubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah . Pengertian dari istilah “biopori” dalam berbagai pendapat, yaitu:

1. Biopori menurut Griya (2008) lubang-lubang kecil pada tanah yang terbentuk akibat aktivitas organisme dalam tanah seperti cacing atau pergerakan akar-akar dalam tanah. Lubang tersebut akan berisi udara dan menjadi jalur mengalirnya air. Jadi air hujan tidak langsung masuk ke saluran pembuangan air, tetapi meresap ke dalam tanah melalui lubang tersebut.
2. Kamir R dkk, dari Institut Pertanian Bogor (2008) menjelaskan biopori adalah lubang sedalam 80-100 cm dengan diameter 10-30 cm, dimaksudkan sebagai lubang resapan untuk menampung air hujan dan meresapkannya kembali ke tanah. Biopori memperbesar daya tampung tanah terhadap air hujan, mengurangi genangan air, yang selanjutnya

mengurangi limpahan air hujan turun ke sungai. Dengan demikian, mengurangi juga aliran dan volume air sungai ke tempat yang lebih rendah, seperti Jakarta yang daya tampung airnya sudah sangat minim karena tanahnya dipenuhi bangunan.

3. Tim Biopori IPB (2007) menguraikan bahwa biopori adalah lubanglubang di dalam tanah yang terbentuk akibat berbagai aktifitas organisme di dalamnya, seperti cacing, perakaran tanaman, rayap, dan fauna tanah lainnya. Lubanglubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah.