

# HIDROLOGI SISTEM PERPARITAN

*Mohd. Nazaruddin Yusoff & Mazlan Ismail*

## PENGENALAN

Air merupakan elemen penting di dalam kehidupan. Ianya merupakan faktor utama dalam pembentukan tamadun manusia. Hidrologi merupakan satu bidang pengkajian berkaitan air bagi persekitaran bumi. Maka definisi hidrologi ialah (1) Sains mengenai air bumi, kejadiannya, peredaran dan taburannya, sifat kimia dan fizikalnya dan tindak balasnya terhadap persekitarannya, termasuk hubungannya dengan makhluk hidup. (2) Sains mengenai proses yang mengawal penyusutan dan pengisiulangan sumber air di daratan, dan yang membincangkan pelbagai fasa kitaran hidrologi (Dewan Bahasa dan Pustaka 1996). Pengetahuan dalam hidrologi membolehkan pereka bentuk mengadakan rekabentuk yang baik iaitu dari segi struktur hidraulik, bekalan air, perpaipan, pembentukan, pengairan hidroelektrik kawalan banjir dan sebagainya. Pengetahuan hidrologi juga membolehkan kita mengadakan satu garis panduan dalam menguruskan sumber air.

Hidrologi juga merangkumi hidrosains di mana ia adalah kajian berkaitan kitar hidrologi air antara bumi dengan atmosfera. Pengetahuan hidrologi membolehkan kita mengadakan kawalan sumber air di darat dan di laut. Perubahan dalam kitar hidrologi adalah disebabkan aktiviti manusia seperti pemotongan bukit, pembajaan tanah, pemotongan pokok-pokok, pengambilan air bawah tanah, pengempangan air, pembuangan sampah serta sisa toksik ke dalam sungai dan sebagainya. Keadaan ini menyebabkan kerosakan bumi dan mengganggu sirkulasi bumi dan air semula jadi.

## KITAR HIDROLOGI

Air di bumi yang wujud di udara, dipanggil hidrosfera yang mencapai 15 km ke atas di dalam atmosfera dan lebih kurang 1 km ke bawah litosfera, kerak bumi. Air berkitar dalam hidrosfera melalui langkah-langkah dalam kitar hidrologik. Kitar hidrologi adalah fokus penting hidrologi. Kitaran

ini tiada permulaan atau berakhir kerana banyak wujudnya proses secara berterusan. Air yang menyejat dari lautan dan permukaan daratan akan menjadi sebahagian daripada atmosfera. Wap air yang terbentuk di atmosfera ini akan dipindahkan atau bergerak dalam atmosfera sehingga ia menjadi padat dan diturunkan ke daratan atau lautan dalam bentuk rembesan atau hujan. Air yang turun ini mungkin diserap oleh tumbuh-tumbuhan menjadi aliran di permukaan tanah, mengalir di dalam tanah sebagai aliran subpermukaan dan masuk ke sungai sebagai pengaliran permukaan. Hanya sedikit dari air yang meresap dalam tanah dan penyaliran permukaan kembali ke atmosfera melalui penyerapan. Air yang diresap mungkin masuk lebih dalam untuk *recharge* air tanah, kemudiannya timbul di mata air atau masuk ke dalam sungai untuk membentuk aliran permukaan dan akhirnya mengalir keluar ke laut atau menyejat ke dalam atmosfera bila kitar hidrologik diteruskan.

Penganggaran jumlah sebenar air di permukaan bumi dan di dalam bumi melalui pelbagai proses kitar hidrologik telah menjadi topik penting kepada pendedahan secara saintifik sejak kurun ke-19. Walau bagaimanapun, data kuantitatif adalah masih samar. Sebahagian air dalam lautan dan jumlah air dalam pelbagai komponen kitar hidrologik global masih belum diketahui dengan tepat. Sebanyak 96.5% daripada semua air di bumi adalah dalam lautan. Kualiti air mencukupi untuk menutup pada kedalaman 2.5 km jika bentuk muka bumi dalam keadaan sfera yang seragam. Bakinya 1.7% ialah dalam bentuk ais kutub, 1.7% air dalam tanah dan hanya 0.1% dalam permukaan dan sistem atmosferik.

Dalam sistem atmosferik air, hanya 12,900 km<sup>3</sup> air permukaan sahaja yang mempunyai daya hidrologi iaitu kira-kira kurang dari 1 bahagian dalam 100,000 semua air di bumi. Lebih kurang 2/3 air tawar adalah ais kutub dan selebihnya adalah air tanah sedalam 200m hingga 600m. Kebanyakan air tanah ialah dalam bentuk air garam di bawah kedalaman ini. Hanya 0.006% air tawar terkandung dalam sungai. Air biologikal terkandung dalam tisu tumbuhan dan haiwan menjadikan lebih kurang 0.003 % air tawar, separuh daripada isi padu ini terkandung dalam sungai (UNESCO, 1975).

Walaupun kandungan air permukaan dan sistem air atmosferik adalah kecil secara relatifnya pada sebarang waktu yang diberi, sedikit kuantiti air melaluinya setiap tahun. Di sini, kita dapat mengetahui bahawa penyejatan air permukaan tanah menggunakan 61% daripada rembesan ini dan baki sebanyak 39% membentuk pengaliran ke lautan yang kebanyakannya sebagai air permukaan.

Penyejatan dari lautan menyumbangkan hampir 90% kelembapan wap air atmosfera. Analisis pengaliran dan penyampaian air dalam keseimbangan air global memberikan sedikit kesan ke atas dinamik kitaran hidrologi. Walaupun konsep kitar hidrologi adalah ringkas, fenomena keseluruhannya adalah kompleks dan menarik. Ia bukan sahaja kitar yang besar tapi lebih kepada banyak kitar yang berkaitan *continental*, *regional* dan bergantung kepada keluasan setempat. Walaupun isipadu sebenar air dalam kitar hidrologik global tetap konstan (sama), penyebaran air ini berubah berterusan secara sekata, dalam kawasan serta tempat tadahan perparitan sesuatu kawasan.

Hidrologi sesuatu kawasan juga ditentukan oleh corak cuaca dengan faktor fizikal seperti topografi, geologi dan tumbuhan. Ia juga disebabkan oleh peningkatan tamadun manusia dengan aktiviti-aktiviti manusia yang mengganggu persekitaran natural serta menukar keseimbangan dinamik kitar hidrologi serta memulakan proses baru dalam keadaan-keadaan baru. Contoh, telah diteorikan bahawa pembakaran bahan api fosil akan meningkatkan jumlah penghasilan karbon dioksida dalam atmosfera. Keadaan ini lama kelamaan akan menyebabkan pemanasan bumi dan memberikan kesan jangka panjang terhadap kesan hidrologi global.

## HIDROLOGI DALAM KEJURUTERAAN

Ilmu hidrologi penting bagi jurutera yang bertugas mengendalikan perancangan dan pembinaan struktur hidraul. Oleh itu jurutera perlu meneliti dan meninjau serta mentaksir sesuatu kawasan bagi membekalkan air. Berapakah jumlah hujan? Berapa lama musim kemarau atau kering dan Berapa lama jumlah simpanan yang perlu untuk menyeimbangkan

aliran? Berapa jumlah air larian yang hilang akibat dari penyejatan dan perpeluhan? Jika ada empangan berapakah alir limbahnya? Berapakah saiz garis pusat bekalan air paip? Adakah pembalakan sekitar akan memberi kesan kepada kawasan tadahan dan sebagainya?

Di sini ahli hidrologi boleh memberi anggapan serta kebarangkalian sahaja kepada masalah tersebut kerana hidrologi bukanlah merupakan sains yang tepat. Peranan ahli hidrologi bukan sahaja penting dari segi struktur dan kejuruteraan yang terlibat dalam bekalan air, tetapi jenis serta had pertanian yang diperlukan, penempatan industri, dalam penentuan saiz penduduk yang boleh ditanggung, perkembangan pelabuhan dan dalam pengekalan kemudahan yang ada. Tamadun manusia banyak bergantung kepada bekalan air. Seperti mana haluan menuju ke bandar-bandar besar dan perindustrian berkembang berterusan, begitu jugalah peranan ahli hidrologi bertambah penting dalam memenuhi permintaan-permintaan penduduk yang bertambah untuk air minuman, pengairan, industri dan penjanaaan kuasa.

## **SISTEM PERPARITAN**

### **Parit**

Saluran atau alur kecil yang mengalirkan air daripada tanah atau akuifer akibat pengaruh graviti, untuk mengawal paras tanah (Dewan Bahasa dan Pustaka, 1986).

### **Penyaliran**

Pembuangan air permukaan atau air tanah dari suatu kawasan tertentu secara graviti atau pemampaan (Dewan Bahasa dan Pustaka, 1986).

## **SEJARAH PERPARITAN**

Perparitan telah diamalkan sejak zaman prasejarah oleh orang Mesir dan orang Babylon. Sejarah juga menunjukkan orang Mesir yang tinggal dilembah Sungai Nil telah mengadakan sistem perparitan untuk mengairi

pertanian mereka. Penggunaan sistem perparitan kemungkinannya sama dengan sistem pertanian. Contohnya empayar yang menjalankan sistem ini ialah empayar Rom yang menemui kepentingan pengetahuan tentang tanah sebagai asas mereka bentuk parit dan keberkesanan parit yang dalam dan ditutupi pada masa-masa tertentu. Pada zaman Rasulullah S.A.W, semasa perang Khandak, parit telah dibuat mengelilingi kawasan bagi mengelakkan melambatkan serangan tentera kafir. Jadi pengguna parit adalah dipelbagaikan selain daripada pengairan dan saliran. Pada masa sekarang, sistem perparitan telah banyak membantu kita dalam mengatasi masalah banjir serta para petani dalam pertanian. Justeru itu, kerajaan telah mengambil langkah yang bijak iaitu menambah bilangan perparitan setiap tahun bagi semua industri.

Namun, terdapat golongan beranggapan salah tentang konsep perparitan kerana kurangnya pengetahuan tentangnya. Mereka telah menyalahkan sistem perparitan apabila berlakunya banjir serta kemarau. Projek perparitan juga kadang kala mendapat bantahan daripada kumpulan yang ingin mempertahankan dan menjaga habitat semula jadi hidupan liar.

Walau bagaimanapun, perkembangan perparitan telah menyebabkan pertumbuhan berjuta-juta ekar tanah yang produktif tinggi bagi pelbagai kegiatan selaras dengan penambahan bilangan penduduk.

## **KEPERLUAN PERPARITAN**

Masalah perparitan terjadi akibat penambahan air sama ada atas permukaan tanah atau dalam zon akar permukaan tanah. Jika air berada pada permukaan tanah, ia adalah antara masalah perparitan. Masalah perparitan ini boleh diselesaikan atau diatasi dengan menyediakan pelbagai cara untuk menghilangkan air pada permukaan itu. Masalah perparitan juga ialah air yang wujud di bawah permukaan air tanah. Air yang wujud dengan banyak ini tidak kelihatan dari permukaan tanah kerana tanah kelihatan kering. Tanah yang dipenuhi dengan air di bawah permukaan yang sedalam 2 kaki atau lebih boleh menyebabkan masalah yang serius kepada struktur bangunan yang dibina serta tumbuh-tumbuhan di kawasan tersebut.

## Perparitan di Kawasan Lembap

Masalah perparitan di kawasan lembap adalah berbeza dengan kawasan kering. Perbezaan ini disebabkan oleh beberapa faktor iaitu penurunan hujan, tanah dan pasir. Keadaan topografi tanah yang tidak sama rata akan membenarkan pengaliran air hujan dengan senang dan cepat. Di negara kita Malaysia, air hujan tidak dapat diserap dengan cepat ke dalam tanah kerana keadaan topografinya yang tidak rata serta jenis tanah yang berbeza-beza. Masalah perparitan permukaan disebabkan oleh kandungan air yang banyak dan menyebabkan air tidak dapat memasuki permukaan tanah yang mampat. Lapisan ini akan mempunyai penelapan air yang rendah kerana kandungan liatnya yang tinggi, atau terdapat juga lapisan tanah yang dimampatkan oleh penutupan ais semasa zaman ais dahulu.

Perparitan di kawasan lembap terutamanya kawasan tropika adalah terlalu tua. Salah satu sistem perparitan yang paling memberikan faedah serta mempunyai perkembangan yang dramatik adalah di Holland. Perparitan semakin maju dengan penggunaan kincir angin sebagai pembekal kuasa untuk menjalankan pam saluran. Hasil yang paling menakjubkan ialah penambakan kawasan tanah yang luas daripada laut.

## HUJAN

Curahan hujan didefinisikan sebagai bekalan cecair yang turun dari atmosfera ke suatu permukaan mendatar, dinyatakan sebagai kedalaman air (Dewan Bahasa dan Pustaka, 1986).

Penurunan hujan di negara kita secara bermusim iaitu Monsun Timur Laut membawa hujan yang lebat ke kawasan Pantai Timur Semenanjung Malaysia, Utara Sabah dan Selatan Sarawak antara bulan November hingga Mac. Monsun Barat Daya akan bertiup antara bulan Mei hingga September di mana hujan lebat terjadi di kawasan Pantai Barat Semenanjung Malaysia, Sabah dan juga Sarawak.

## HUBUNGAN HUJAN DAN PERPARITAN

Di kawasan lembab seperti negara kita, sumber utama air yang mesti dialirkan dari permukaan dan dari subpermukaan tanah diterbitkan atau bermula dalam rembesan atau curahan. Bagi negara beriklim sejuk, rembesan wujud dalam bentuk salji tetapi sebahagian besarnya wujud dalam bentuk hujan. Justeru bagi menentukan keperluan perparitan sesuatu kawasan, jumlah hujan yang turun perlulah diketahui. Bukan sahaja jumlah hujan yang turun adalah penting, tetapi juga kadar hujan turun juga adalah penting. Saiz perparitan yang direka bentuk adalah berhubungan atau berkadaran kepada penurunan hujan dan keupayaan tanah untuk menyerap kelembapan air hujan.

### JENIS-JENIS HUJAN

Walaupun kelembapan selalu wujud dalam atmosfera, namun hujan yang berlaku berdasarkan set yang tertentu. Titisan hujan terjadi akibat daripada kelembapan udara yang disejukkan serta termampat di atmosfera. Bila wap air disejukkan, ia akan dimampat untuk membentuk awan. Jika awan disejukkan lagi, rembesan atau curahan akan terjadi manakala jika suhu awan di bawah takat beku maka salji akan turun.

Hujan dapat diklasifikasikan menurut tatacara bagaimana hujan tersebut wujud iaitu berdasarkan 3 cara yang berbeza di mana berdasarkan berat udara yang boleh dinaikkan untuk menyebabkan penyejukan dan kemampuan wap air di atmosfera. Justeru hujan dapatlah diklasifikasikan sebagai *Siklonik*, *Konvektif* dan *Orografik*.

### ALIRAN AIR *RUNOFF*

Pengaliran air dapat didefinisikan sebagai sebahagian rembesan atau curahan yang mengalir ke arah sungai, saluran, tasik atau lautan bila permukaan atau subpermukaan mengalir (Luthin, 1973). Ia juga dapat didefinisikan sebagai ; bahagian kerpasan yang mengalir di atas permukaan bumi (larian permukaan) atau dalam tanah (larian bawah permukaan atau aliran antara)

ke sungai (Dewan Bahasa dan Pustaka, 1986). Reka bentuk saluran parit, jambatan, pembentung dan struktur lain kejuruteraan bergantung kepada pengetahuan jumlah pengaliran air yang akan wujud pada kawasan yang diberi. Adalah perlu untuk mengetahui kadar kecerunan aliran air, isi padu keseluruhan pengaliran air dan juga taburan kadar aliran sepanjang tahun.

## **FAKTOR-FAKTOR KESAN ALIRAN AIR**

Sebahagian hujan yang turun akan diserap oleh pokok-pokok dan sebahagiannya pula akan disimpan dalam lekuk-lekuk atas permukaan tanah. Ini dikatakan tahanan permukaan. Sesetengah pula akan diserap dan dipegang oleh tanah. Jumlah air yang dipegang oleh tanah bergantung kepada keadaan cecair tanah pada masa rembesan. Pengaliran wujud bila kadar penurunan hujan atau kadar yang mana air capai tanah melebihi kadar resapan atau keupayaan tanah untuk serap air. Bila kadar resapan berlebihan, air mula dikumpulkan di atas tanah permukaan. Sesetengahnya disimpan dalam kolam kecil atau permukaan tanah. Tetapi sebaik sahaja keperluan tahanan permukaan berlebihan, air mula mengalir melepasi permukaan tanah dan terkumpul dalam saluran semula jadi dan terusan kawasan tersebut. Pengaliran air akan menjadi seimbang dengan rembesan, kehilangan dalam resapan oleh pokok dan kadar resapan tanah. Air yang disimpan atas permukaan tanah sebagai tahanan, lama kelamaan akan menyejat atau meresap ke dalam tanah.

Kriteria penurunan hujan memainkan peranan penting dalam menentukan jumlah aliran air yang akan wujud. Hujan yang sedikit mungkin boleh diserap oleh pokok-pokok atau ia mungkin diserap dan disimpan dalam tanah. Hujan yang lebat dan banyak dalam jangka masa yang lama akan menyebabkan aliran yang banyak kerana kadar hujan itu melebihi kadar serapan dengan banyaknya. Keadaan kawasan yang mana hujan turun juga turut memainkan peranan penting dalam menentukan kuantiti aliran air yang akan wujud. Saiz tadahan air, bentuk, orientasi, topografi, geologi dan tumbuhan permukaan memainkan peranan penting dalam menentukan kuantiti aliran air. Isi padu keseluruhan aliran bertambah bila kawasan tadahan air bertambah. Bagaimanapun, kadar aliran tidak bertambah pada nisbah yang sama. Isi padu per unit aliran air berkurangan



bila kawasan tadahan air bertambah. Bentuk tadahan air selalunya mempunyai peranan. Kawasan tadahan yang panjang, sempit mempunyai kadar aliran yang rendah berbanding tadahan yang lebih mampat yang bersaiz sama. Orientasi kawasan tadahan air terhadap jalan ribut juga penting. Jika kawasan yang panjang, kawasan tadahan air itu adalah selari kepada jalan ribut. Ribut yang bergerak ke hulu akan menyebabkan aliran cerun rendah berbanding dengan ribut yang bergerak ke hilir.

### **ALIRAN KELUAR SUNGAI *RIVER DISCHARGE***

Kemasukan air ke dalam sungai adalah disebabkan oleh hujan ribut yang berlaku pada masa yang lama. Dalam kawasan tadahan yang besar, air mungkin akan mengambil masa bertahun-tahun lamanya sebelum semua air dari ribut tertentu sampai ke sungai. Maka penting bagi kita untuk menghargai aliran keluar air dari sungai pada sebarang tempat dalam sungai. Kaitan antara hujan turun dan aliran keluar air sungai, merujuk kepada perhubungan hujan-aliran adalah kompleks dan bergantung kepada banyak faktor. Faktor-faktor tersebut adalah:

- (i) Kategori Curahan
  - (a) Kuantiti hujan yang turun.
  - (b) Keamatan hujan.
  - (c) Pertambahan ribut.
  - (d) Agihan musim hujan.
  - (e) Jenis hujan.
  - (f) Suhu.
  - (g) Kelembapan bandingan.
  - (h) Angin.
  
- (ii) Kategori Tadahan.
  - (a) Saiz kawasan tadahan.
  - (b) Bentuk kawasan tadahan.
  - (c) Lokasi kawasan tadahan dan kaitannya dengan laluan ribut.
  - (d) Topografi.
  - (e) Geologi.
  - (f) Tumbuh-tumbuhan.

- (g) Jenis pembangunan.
  - (h) Tasik dan paya.
- (iii) Kategori Simpanan
- (a) Simpanan permukaan (tekanan simpanan dan permukaan simpanan).
  - (b) Takungan simpanan (semulajadi dan buatan).
  - (c) Simpanan tanah.

Sistem perparitan air permukaan utama perlu direka bentuk untuk menyalurkan semua air hujan yang turun di dalam kawasan tadahan walaupun tahap pembangunan belum tepu untuk mengelakkan daripada berlakunya banjir kilat di kawasan tadahan. Maka reka bentuk perlu mengambilkira kehendak masa kini dan masa hadapan. Jika perlu kolam tadahan boleh dibina di hilir bagi menakung sebahagian air untuk jangkamasa tertentu sebelum dialirkan bagi mengelakkan aliran maksimum air permukaan. Dengan cara ini saiz saluran juga dapat dikurangkan. Sistem perparitan di kawasan perumahan pula perlu direka bentuk sepenuhnya bagi mengelakkan banjir kilat.

## AIR PERMUKAAN

Kuantiti air permukaan yang terkumpul di sesuatu kawasan adalah bergantung kepada beberapa faktor iaitu:

(i) **Jangka masa keamatan hujan**

Keamatan hujan ialah jumlah hujan yang turun dalam masa tertentu. Jika hujan yang turun dengan keamatan yang tinggi dalam jangkamasa yang lama akan menghasilkan kuantiti air yang banyak.

(ii) **Luas kawasan tadahan**

Jika sesuatu kawasan itu luas maka ia akan menerima serta menampung banyak air permukaan.

### **(iii) Jenis tanah atau permukaan**

Jumlah air permukaan yang menyusup ke-dalam tanah melalui liang-liang tanah adalah bergantung kepada jenis tanah berkenaan. Penyusupan air permukaan akan lebih cepat masuk ke dalam tanah bagi tanah pasir berbanding tanah liat. Begitu juga terdapatnya perbezaan penyusupan bagi kawasan lapang dan juga perumahan. Peratus air larian yang akan masuk ke dalam saluran air permukaan dapat ditentukan berdasarkan pekali air larian.

### **(iv) Kawasan tadahan bercerun**

Peningkatan kecuraman akan menyebabkan pergerakan air larian lebih pantas. Pergerakan yang cepat akan menyebabkan air terkumpul dengan cepat dan banyak di kawasan yang rendah.

### **(v) Keadaan kawasan tadahan**

Keadaan kawasan tadahan yang basah akan menyebabkan penyusupan air larian yang kurang berbanding kawasan yang kering.

## **KAEDAH REKA BENTUK**

Terdapat beberapa kaedah yang digunakan bagi mereka bentuk sistem air permukaan. Langkah pertama seorang pereka bentuk perlu menggunakan peta kontur supaya pembahagian kawasan dapat dibuat dan dapat menentukan pengaliran air permukaan ke dalam sungai atau alur secara graviti. Pada sesetengah tempat terdapat kawasan tadahan yang kecil di mana ia akan berfungsi secara tersendiri. Namun begitu semua kawasan tadahan kecil itu juga perlu disambungkan kepada saluran perparitan utama. Seterusnya, pereka bentuk mempertimbangkan susun atur bagi sistem perparitan supaya air dapat mengalir secara graviti. Aras permukaan dalam pelan tata atur juga perlu diketahui supaya kecuraman saluran boleh ditentukan. Menurut Undang-Undang Kecil Bangunan Seragam (1984) menyatakan bahawa magnitud halaju aliran dalam saluran air permukaan

perlu berada di antara 3-8 kaki per saat agar mempunyai halaju mencuci diri (**halaju yang sesuai**).

Berikut dicadangkan cerun untuk mendapatkan halaju yang sesuai bagi pelbagai saiz parit terbuka:

**Jadual 1**  
**Cadangan Cerun dan Halaju**

Saiz Parit (inci)	Cerun	
	Minimum	Maksimum
12	1:176	1:16
15	1:260	1:24
18	1:350	1:36
24	1:450	1:48

Sumber : Nik Fuaad 1990:100.

### **Kaedah Llyod-Devis**

Kaedah ini (Lewic et al., 1975) mengandaikan bahawa jangka masa hujan adalah bersamaan dengan masa tumpuan. Masa tumpuan ialah gabungan masa kemasukan dengan masa aliran dalam saluran. Masa kemasukan ialah masa untuk air hujan yang terjauh sekali mengalir ke titik kemasukan saluran. Masa aliran pula ialah masa untuk air hujan mengalir dari hujung hingga ke pangkal saluran. Halaju aliran dalam saluran dan keamatan hujan dapat ditentukan dengan menggunakan rumus ghalib.

### **Kaedah Rasional**

Kaedah Rasional (Lewic et al., 1975) berbeza sedikit daripada kaedah Llyod-Davies. Perkara-perkara yang terlibat dalam kaedah ini adalah; Rumus seperti berikut,

$$Q = C_s C_i A$$

Di mana;

- Q = Kadar air aliran maksimum (kaki<sup>3</sup> / saat)
- i = Purata keamatan hujan (inci / jam)
- A = Luas kawasan tadahan (ekar)
- C = Pekali air larian
- C<sub>s</sub> = Pekali storan

Masa tumpuan dikira dengan menggunakan persamaan:

$$t_c = t_o + t_d$$

di mana ;

- t<sub>c</sub> = Masa tumpuan (minit)
- t<sub>o</sub> = Masa aliran atas tanah (minit)
- t<sub>d</sub> = Masa aliran dalam saluran (minit)

dari segi masa aliran akan bergantung kepada ciri-ciri hidraul saluran tersebut. Terdapat sesetengah kes di mana ciri-ciri hidraulnya sukar ditentukan seperti alur atau sungai. Maka masa aliran dapat dianggar dengan menggunakan Jadual 2:

**Jadual 2**  
**Anggaran Masa Aliran**

Cerun purat saluran (peratusan)	Halaju purata (kaki/saat)
1-2	2.0
2-4	3.0
4-6	4.0
6-10	5.0
10-15	8.0

## SALIRAN

Bagi menentukan sistem perparitan yang akan dibina adalah berdasarkan kepada nilai air larian. Kadar alir telah ditentukan mengikut kaedah Rasional. Dengan itu keluasan sesebuah saliran perparitan dapat ditentukan daripada formula :

$$Q = AV$$

Q = Kadar alir atau kuantiti air permukaan ( $m^3/s$ )

A = Luas keratan saliran ( $m^2$ )

V = Halaju aliran yang dibenarkan ( $m/s$ )

Pekali air larian (C ) dapat diperoleh daripada Jadual 3 seperti berikut:

**Jadual 3**  
**Pekali Air Larian**

Kegunaan Tanah	Nilai pekali air larian
Kawasan pembangunan bandar penuh industri	0.90
Pembangunan penuh	0.80
4 rumah / ekar	0.55
4-8 rumah / ekar	0.65
8-12 rumah / ekar	0.75
12 rumah / ekar	0.85
Kaki lima	0.95
Taman	0.30
Getah	0.45
Hutan	0.35
Tanah kosong	0.10
Tanah terdedah	0.75

Halaju air bagi saluran perparitan perlu diteliti agar aliran air yang akan dihasilkan tidak merosakkan struktur sistem tersebut. Halaju yang tinggi juga boleh menyebabkan kerosakan tebing.

Halaju aliran air dapat ditentukan dengan menggunakan Formula Manning iaitu;

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

V = Halaju purata (m/s)

n = Pekali kekasaran manning

R = Jejari hidraul luas keratan aliran, bahagi dengan keliling kawasan basah

S = Kecerunan saluran

Pekali kekasaran Manning (Lewic et al. 1975) dapat diperoleh daripada Jadual 4:

**Jadual 4**  
**Pekali Kekasaran Manning**

Jenis saluran	Minima	Normal	Maksima
1. Salur tertutup Aliran tak penuh Pembentung konkrit lurus dan bersih Pembntung konkrit berlekok dan ada sampah	0.010 0.011	0.011 0.013	0.013 0.014
2. Saluran ada berselapu Keratan lantai konkrit pratuang berselapu Dasar bawah konkrit disimen dengan batu Bahagian bawah salurannya tanah dan ditepinya batu	0.013 0.017 0.020	0.015 0.020 0.023	0.017 0.024 0.026
3. Saluran semulajadi Bahagian tepi salur bersih Tepi ada rumput dan batu	0.025 0.030	0.030 0.035	0.035 0.040
4. Saluran berumput	0.030	0.035	0.050

## KESIMPULAN

Dalam mereka bentuk sistem perparitan bukanlah satu perkara yang boleh dianggap remeh. Pereka bentuk perlu mengambil kira pelbagai aspek yang terlibat. Kegagalan dalam rekabentuk akan boleh menyebabkan kehilangan nyawa di samping harta benda. Kejadian tanah runtuh, banjir lumpur dan sebagainya adalah kerana kecuaiian pereka bentuk mengadakan satu sistem perparitan yang baik. Mereka kurang membuat penelitian ke atas sesuatu kawasan sebelum sistem dibina. Kajian yang terperinci hanya akan dibuat setelah berlakunya kecelakaan. Justeru itu, para pereka bentuk perlulah berhati-hati dan lebih berdisiplin dalam mereka bentuk sistem perparitan berdasarkan piawaian yang telah ditetapkan mengikut keadaan di negara ini.



## RUJUKAN

- Drainage and Irrigation Department (1990). *Hydrological Data, Rainfall and Evaporation Records for Malaysia*. Kuala Lumpur: Kementerian Pertanian Malaysia.
- Drainage and Irrigation Department (1991). *Manual of Department of Irrigation Drainage*. Kuala Lumpur: Ministry of Agriculture.
- Hjelmfelt (1984). *Hydrology for Engineers and Planner*. The Iowa State University Press.
- Institution of Civil Engineers (1990). *Land Drainage and Flood Defence Responsibilities*. Kuala Lumpur: ICE.
- Dewan Bahasa dan Pustaka (1986). *Kamus Istilah Hidrologi* Kuala Lumpur: DBP.
- Lewic et al. (1975). *Urban Drainage Design Standards and Procedures for Peninsular Malaysia*. Kuala Lumpur: Kementerian Pertanian Malaysia.
- Luthin J.N. (1973). *Drainage Engineering*. New York: Krieger Publishing Company Huntington.
- Mahyuddin Ramli (1989). *Kamus Kejuruteraan Bangunan*. Kuala Lumpur: DBP.
- Mays et al. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company.
- Nik Fuaad Nik Abdullah (1990). *Bekalan Air, Pembentung dan Pengairan*. Minden: Universiti Sains Malaysia.
- Sawden P.G. (1984). *Basic Hydrology*. Butterworth & Co.

UNESCO (1975). *World Meteorological Organisation and International Association of Hydrological Sciences: Three Centuries of Scientific Hydrology*. Paris: UNESCO.

United Nation (1980). *Drainage Design Factor*. Rome: Food and Culture Organization.