

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada tinjauan pustaka ini akan dipaparkan mengenai hal-hal yang dapat mendukung di dalam mendapatkan tujuan seperti yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya. Pada bab ini akan dibagi menjadi 4 sub bab, yaitu perkerasan jalan, karakteristik air hujan, sistem drainase jalan raya dan juga permodelan regresi linear yang akan digunakan dalam pengolahan data.

2.1 KLASIFIKASI JALAN RAYA

Mengelompokkan ruas jalan ke dalam peranannya di dalam suatu sistem jaringan jalan adalah untuk mempertegas pelayanan terhadap suatu gerak perjalanan. Di dalam mendukung suatu perjalanan yang harmonis, perencana jalan harus mengetahui jalur-jalur perjalanan yang diperlukan oleh pengguna jalan dalam melakukan gerak perjalanannya. Secara umum, pengguna jalan di dalam melakukan gerak perjalanan jarak jauhnya, akan melalui empat tahap gerak perjalanan, yaitu pertama gerak perjalanan pada jalur utama, kedua pada jalur transisi, ketiga masuk ke jalur distribusi atau jalur pengumpul, keempat menggunakan ruas jalan masuk (akses) dan sampai pada suatu terminal atau titik tujuan akhir dari gerak perjalanan tersebut. Rincian gerak perjalanan jarak jauh, secara hirarkhi dapat diuraikan sebagai berikut :

- Dalam melakukan gerak perjalanan jarak jauh, dan untuk mencapai tujuan akhir perjalanan, mula-mula pengguna jalan, menggunakan suatu ruas jalan utama, misal jalur jalan bebas hambatan. Jalur jalan ini mempunyai fungsi atau peran sebagai jalan arteri baik jalan arteri primer maupun jalan arteri sekunder, yang mempunyai kecepatan rencana tinggi.

- Karena pengguna jalan menggunakan jalur jalan bebas hambatan sebagai lintasan utama atau lintasan awalnya, tentunya ia harus keluar dari lintasan jalur jalan bebas hambatan tersebut, untuk masuk ke lintasan yang mempunyai peran pelayanan lebih rendah. Sebelum sampai ke peran jalan yang lebih rendah, pengguna jalan harus keluar melalui suatu ram (*off ramp*) yang merupakan suatu lintasan transisi.
- Perjalanan tersebut kemudian akan terus berlanjut keluar dari jalur transisi memasuki jalur distribusi atau jalur pengumpul yang mempunyai peran sebagai jalan kolektor baik sebagai jalan kolektor primer ataupun jalan kolektor sekunder.
- Dari jalur distribusi / pengumpul, gerak perjalanan tersebut masih terus berlanjut memasuki suatu akses yang berupa jalan lokal, baik lokal primer maupun lokal sekunder, menuju terminal atau tujuan akhir perjalanan.

Dengan memasuki tahapan-tahapan jalur tersebut secara hirarkhi, kecepatan perjalanan tidak selamanya konstan. Kecepatan akan berubah menurun sesuai dengan hirarkhi dari jalur geraknya masing-masing, yaitu dari kecepatan yang tinggi di jalur bebas hambatan sampai ke kecepatan yang sangat rendah di jalur akses. Perbedaan kecepatan itu pada dasarnya diakibatkan oleh peran dari setiap jalur gerak yang berbeda. Jalan bebas hambatan sebagai jalan arteri, mempunyai fungsi melayani perjalanan jarak jauh dengan mobilitas tinggi. Jalan ini, didesain dengan kecepatan rencana yang tinggi, dan jalan masuknya dikendalikan secara penuh. Sedangkan jalan lokal mempunyai fungsi utama untuk melayani perjalanan jarak pendek yang harus dapat mengakses ke lokasi-lokasi kegiatan di sepanjang jalan.

2.1.1 Klasifikasi berdasarkan Fungsional

Secara umum, klasifikasi fungsional atau peran jalan dibagi ke dalam tiga kelas peran jalan yaitu, jalan arteri, jalan kolektor, dan jalan lokal. Ketiga kelas fungsional tersebut, berturut-turut tersusun secara hirarkhi baik untuk sistem jaringan jalan primer, maupun untuk sistem jaringan jalan sekunder.

Dasar pertimbangan yang dipergunakan bahwa jalan perlu diklasifikasikan berdasarkan fungsinya adalah karena adanya pelayanan jarak jauhnya dan jarak

pendek dan besarnya volume lalu lintas yang harus dilayani serta kecepatan gerak yang dibutuhkan. Untuk itu, fungsi setiap ruas jalan mempunyai kriteria yang berbeda antara satu dengan yang lainnya terutama yang berkaitan dengan mobilitas, dan jumlah jalan masuk yang dibutuhkan.

2.1.1.1 Jalan arteri

Dalam suatu sistem jaringan jalan, jalan arteri mempunyai fungsi melayani lalu lintas utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan tinggi dan secara fisik jumlah akses atau jalan masuknya dibatasi. Untuk sistem jaringan jalan sekunder di daerah perkotaan, jalan arteri sekunder menghubungkan kawasan primer seperti daerah pelabuhan, dengan kawasan sekunder-I (pusat-pusat bisnis seperti pemerintahan, perdagangan dan industri), menghubungkan kawasan sekunder-I dengan kawasan sekunder-I, atau menghubungkan kawasan sekunder-II (kawasan-kawasan perbelanjaan, atau bisnis lainnya) dengan kawasan sekunder-II.

Dalam sistem jaringan jalan primer, jalan arteri primer menghubungkan kota jenjang-I (pusat kegiatan nasional) dengan kota jenjang-I lainnya, atau menghubungkan kota jenjang-I dengan kota jenjang-II (pusat kegiatan wilayah), atau menghubungkan kota jenjang-II dengan kota jenjang-II

2.1.1.2 Jalan kolektor

Peran jalan kolektor pada suatu sistem jaringan jalan, menduduki urutan yang kedua setelah jalan arteri. Sesuai dengan namanya, jalan kolektor berfungsi sebagai pengumpul dan sebagai pendistribusi arus lalu lintas dari dan ke jalan arteri atau dari dan ke jalan lokal. Jalan kolektor mempunyai ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah akses dibatasi secara efisien. Dalam suatu sistem jaringan jalan sekunder di daerah perkotaan, Jalan kolektor sekunder, menghubungkan kawasan sekunder-II dengan kawasan sekunder-II dengan kawasan sekunder-III (kawasan perbelanjaan atau kawasan bisnis lainnya yang lebih kecil).

Pada sistem jaringan jalan primer, jalan kolektor primer mempunyai fungsi menghubungkan antara kota jenjang-II dengan kota jenjang-III, yang merupakan pusat kegiatan lokal, seperti daerah kecamatan.

2.1.1.3 Jalan lokal

Jalan lokal di dalam suatu sistem jaringan jalan, mempunyai urutan klasifikasi fungsional yang ketiga. Jalan lokal mempunyai peran melayani arus lalu lintas lokal, dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rendah dan akses ke jalan lokal tersebut tidak dibatasi. Di dalam sistem jaringan jalan sekunder di daerah perkotaan, jalan lokal sekunder menghubungkan kawasan-kawasan sekunder-I, sekunder-II, sekunder-III serta perumahan. Sedangkan dalam sistem jaringan jalan primer, jalan lokal primer menghubungkan kota jenjang-I, II, III, dan kota dibawah jenjang III dengan persil.

2.1.2 Klasifikasi berdasarkan Spesifikasi

Dalam merencanakan suatu geometrik jalan, para perencana harus benar-benar dapat mengetahui dan memahami secara jelas, spesifikasi untuk perencanaan jalan yang seperti apa yang akan digunakan. Melakukan klasifikasi jalan ke dalam tipe perencana, merupakan suatu hal sangat penting karena tipe jalan mempunyai hubungan yang erat dengan fungsi ruas jalan yang bersangkutan. Tipe jalan juga akan berhubungan dengan beberapa hal lainnya seperti, jangkauan atau jarak tempuh perjalanan, mobilitas, kapasitas yang dibutuhkan, tingkat pelayanan yang diinginkan, serta kebutuhan akan akses untuk melayani aktivitas yang ada maupun yang akan datang. Semua ini, tentunya harus dikaitkan dengan masalah keamanan, kenyamanan, dan keselamatan pemakai jalan, serta kelancaran arus lalu lintasnya.

Direktorat Jendral Bina Marga dalam menetapkan klasifikasi jalan atas dasar tipe perencanaan geometriknya, dibagi ke dalam dua bagian, yaitu :

- Jalan tipe I, yaitu suatu ruas jalan yang aksesnya dikendalikan secara penuh
- Jalan tipe II, yaitu suatu ruas jalan yang aksesnya sebagian dengan pengendalian atau tanpa pengendalian sama sekali.

Jalan yang direncanakan atas dasar jalan tipe I atau jalan dengan pengendalian akses secara penuh, umumnya diperlakukan untuk jalan lintas cepat dan jalan bebas hambatan.

Yang dimaksud dengan pengendalian akses secara penuh untuk jalan tipe I ini adalah pengendalian yang dilakukan pada setiap jalan masuk dan jalan keluarnya. Upaya pengendalian pada akses ini dimaksudkan agar kelancaran arus lalu lintas jalan utama tidak terganggu oleh masuk atau keluarnya arus lalu lintas dari jalan yang lain, sehingga keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan serta kelancaran arus lalu lintas jalan tipe I tersebut dapat dipertahankan dengan baik.

Tabel 2.1 Jalan Tipe I (Jalan bebas hambatan)

SISTEM	FUNGSI	KELAS PERENCANAAN	KECEPATAN RENCANA (KM/JAM)
Primer	Arteri	1	100;80
	Kolektor	2	80;60*
Sekunder	Arteri	2	80;60*

*) kondisi khusus seperti pada daerah perkotaan yang sangat padat dan kondisi khusus lainnya yang tidak memungkinkan kecepatan rencana > 60 km/jam

Tabel 2.2 Jalan Tipe II (Jalan non bebas hambatan)

SISTEM JARINGAN JALAN	FUNGSI	DTV (smp)	KELAS PERENCANAAN	KECEPATAN RENCANA (KM/JAM)
Primer	Arteri	-	1	60
	Kolektor	>10.000	1	60
		<10.000	2	60;40
Sekunder	Arteri	>20.000	1	60
		<20.000	2	60;40
	Kolektor	>6.000	2	60;40
		<6.000	3	40;20
	Lokal	>500	3	40;20
	<500	4	20	

Tabel 2.3 Lebar lajur lalu lintas

TIPE PERENCANAAN	KELAS PERENCANAAN	LEBAR LAJUR LALU LINTAS (m)
Tipe I	1	3;6
Tipe II	2	3;5
	1	3;5
	2	3,25
	3	3,25;3,00

Secara teknik geometrik, pencerapan pengendalian jalan masuk yang diatur secara penuh, adalah dengan menerapkan lajur percepatan pada terminal ram jalur masuknya dan jalur perlambatan, pada terminal ram lajur keluarnya, serta menerapkan persimpangan tidak sebidang pada setiap persimpangannya.

Jalan yang didesain dengan kategori perencanaan jalan tipe I ini adalah jalan yang mempunyai fungsi arteri atau paling rendah kolektor baik untuk sistem jaringan jalan primer maupun sistem jaringan jalan sekunder. Jalan tipe I ini diperuntukkan untuk melayani keperluan lalu lintas jarak jauh, mobilitas tinggi dengan kecepatan rencana antara 80 sampai 120 km/jam untuk jalan antar kota dan antara 60 sampai 80 km/jam untuk jalan di daerah perkotaan, dengan tingkat pelayanan antara A sampai B

2.1.3 Klasifikasi berdasarkan Operasional

Untuk keperluan operasional, jalan dibagi ke dalam beberapa kelas, yaitu kelas I, kelas II, kelas IIIa, kelas IIIb dan kelas IIIc. Kelas jalan ini ditetapkan atas dasar dimensi kendaraan, serta muatan sumbu terberatnya (MST) serta peran jalan yang melayaninya. Sebagai contoh, jalan kelas I adalah jalan yang dapat dilalui oleh kendaraan yang mempunyai panjang 18 meter, lebar 2,5 meter dan MST > 10 ton, dengan fungsi adalah arteri.

Tabel 2.4 Klasifikasi operasional

NO	KELAS JALAN	FUNGSIONAL JALAN	DIMENSI KENDARAAN	BEBAN GANDAR
1	I	Arteri	L 2,5 m (max) P 18 m (max)	> 10 ton
2	II	Arteri	L 2,5 m (max) P 18 m (max)	10 ton
3	IIIa	Arteri atau kolektor	L 2,5 m (max) P 18 m (max)	8 ton
4	IIIb	Kolektor	L 2,5 m (max) P 12 m(max)	8 ton
5	IIIc	Lokal	L2,1 m(max)	8 ton

2.2 PERKERASAN JALAN

Perkerasan jalan dapat dibedakan atas 3 jenis, yaitu perkerasan lentur, perkerasan kaku dan juga perkerasan komposit. Perbedaan perkerasan kaku dan lentur ini dapat dilihat pada jenis bahan pengikat, repetisi beban, penurunan tanah dasar dan perubahan temperatur. Sedangkan perkerasan komposit adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur. Akan tetapi, pada penulisan skripsi ini akan dikhususkan pada perkerasan lentur.

2.2.1 Definisi Perkerasan Lentur Jalan Raya

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Aspal itu sendiri adalah material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika aspal dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu, aspal dapat menjadi lunak / cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk ke dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan / penyiraman pada perkerasan macadam

atau pelaburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis). Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4 - 10 % berdasarkan berat atau 10 - 15 % berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal.

Aspal minyak yang digunakan untuk perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut sebagai aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran aspal beton dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam. Hal ini berarti jika dibuatkan lapisan dengan mempergunakan aspal sebagai pengikat dengan mutu yang baik dapat memberikan lapisan kedap air dan tahan terhadap pengaruh cuaca dan reaksi kimia yang lain.

Sifat aspal berubah akibat panas dan umur, aspal akan menjadi kaku dan rapuh sehingga daya adhesinya terhadap partikel agregat akan berkurang. Perubahan ini dapat diatasi / dikurangi jika sifat-sifat aspal dikuasai dan dilakukan langkah-langkah yang baik dalam proses pelaksanaan.

2.2.2 Sifat Perkerasan Lentur Jalan Raya

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai:

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Dengan demikian, aspal haruslah memiliki daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat elastis yang baik.

a. Daya tahan (*durability*)

Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan dan sebagainya. Meskipun demikian sifat ini dapat diperkirakan dari pemeriksaan *Tin Film Oven Test (TFOT)*.

b. Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

c. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur. Kepekaan terhadap temperatur dari setiap hasil produksi aspal berbeda-beda tergantung dari asalnya walaupun aspal tersebut mempunyai jenis yang sama.

d. Kekerasan aspal

Aspal pada proses pencampuran dipanaskan dan dicampur dengan agregat sehingga agregat dilapisi aspal atau aspal panas disiramkan ke permukaan agregat yang telah disiapkan pada proses peleburan. Pada waktu proses pelaksanaan, terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas (viskositas bertambah tinggi). Peristiwa perapuhan terus berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai. Jadi selama masa pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerisasi yang besarnya dipengaruhi juga oleh ketebalan aspal yang menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan yang terjadi.

2.2.3 Kriteria Perkerasan Lentur Jalan Raya

Guna dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada si pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan jalan haruslah memenuhi syarat-syarat tertentu yang dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok, yaitu:

1. Syarat-syarat berlalu lintas

Konstruksi perkerasan lentur dipandang dari keamanan dan kenyamanan berlalu lintas haruslah memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- a. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang.
- b. Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya.

- c. Permukaan cukup kasar, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah selip.
 - d. Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika kena sinar matahari.
2. Syarat-syarat kekuatan / struktural
- Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat-syarat berikut ini:
- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban / muatan lalu lintas ke tanah dasar.
 - b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan dibawahnya.
 - c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya dapat cepat dialirkan.
 - d. Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

2.2.4 Penyebab dan Jenis Kerusakan Lentur Jalan Raya

2.2.4.1 Penyebab kerusakan lentur jalan raya

Kerusakan pada konstruksi perkerasan lentur dapat disebabkan oleh:

1. Lalu lintas, yang dapat berupa peningkatan beban, dan repetisi beban.
2. Air, yang dapat berasal dari air hujan, sistem drainase jalan yang tidak baik dan naiknya air akibat kapilaritas.
3. Material konstruksi perkerasan. Dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengolahan bahan yang tidak baik.
4. Iklim, Indonesia beriklim tropis, dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi, yang dapat merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan.
5. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil. Kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah dasarnya yang memang kurang bagus.
6. Proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar yang kurang baik.

Umumnya kerusakan-kerusakan yang timbul itu tidak disebabkan oleh satu faktor saja, tetapi dapat merupakan gabungan penyebab yang saling berkaitan.

Sebagai contoh, retak pinggir, pada awalnya dapat diakibatkan oleh tidak baiknya sokongan dari samping. Dengan terjadinya retak pinggir, memungkinkan air meresap masuk ke lapis dibawahnya yang melemahkan ikatan antara aspal dengan agregat, hal ini dapat menimbulkan lubang-lubang disamping dan melemahkan daya dukung lapisan dibawahnya.

2.2.4.2 Jenis-jenis kerusakan lentur jalan

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan Nomor : 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas :

1. Retak (*cracking*)
2. Distorsi (*distortion*)
3. Cacat permukaan (*disintegration*)
4. Pengausan (*polished aggregate*)
5. Kegemukan (*bleeding / flushing*)
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas

2.2.4.2.1 Retak (Cracking) dan penanganannya

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas :

1. Retak halus (*hair cracking*), lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm, penyebab adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan air ke dalam permukaan. Untuk pemeliharaan dapat dipergunakan lapis latasir, atau buras. Dalam tahap perbaikan sebaiknya dilengkapi dengan perbaikan sistem drainase. Retak rambut dapat berkembang menjadi retak kulit buaya.
2. Retak kulit buaya (*alligator crack*), lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Saling berangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapisan permukaan kurang stabil, atau bahan pelapis pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah naik).

Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya tidak luas. Jika daerah dimana terjadi retak kulit buaya luas, mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut. Retak kulit buaya untuk sementara dapat dipelihara dengan mempergunakan lapis burda, burtu, ataupun lataston, jika celah ≤ 3 mm. Sebaiknya bagian perkerasan yang telah mengalami retak kulit buaya akibat air yang merembes masuk ke lapis pondasi dan tanah dasar diperbaiki dengan cara dibongkar dan membuang bagian-bagian yang basah, kemudian dilapis kembali dengan bahan yang sesuai. Perbaikan harus disertai dengan perbaikan drainase disekitarnya. Kerusakan yang disebabkan oleh beban lalu lintas harus diperbaiki dengan memberi lapis tambahan.

Retak kulit buaya dapat diresapi oleh air sehingga lama kelamaan akan menimbulkan lubang-lubang akibat terlepasnya butir-butir.

3. Retak pinggir (*edge crack*), retak memanjang jalan, dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu. Retak ini disebabkan oleh tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase kurang baik, terjadinya penyusutan tanah, atau terjadinya *settlement* di bawah daerah tersebut. Akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan dapat pula menjadi sebab terjadinya retak pinggir ini. Di lokasi retak, air dapat meresap yang dapat semakin merusak lapisan permukaan. Retak dapat diperbaiki dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir. Perbaikan drainase harus dilakukan, bahu diperlebar dan dipadatkan. Jika pinggir perkerasan mengalami penurunan, elevasi dapat diperbaiki dengan mempergunakan *hotmix*. Retak ini lama kelamaan akan bertambah besar disertai dengan terjadinya lubang-lubang.
4. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*), retak memanjang, umumnya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan. Retak dapat disebabkan oleh kondisi drainase di bawah bahu jalan lebih buruk daripada di bawah perkerasan, terjadinya *settlement* di bahu jalan, penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan truk / kendaraan berat dibahu jalan. Perbaikan dapat dilakukan seperti perbaikan retak refleksi.
5. Retak sambungan jalan (*lane joint cracks*), retak memanjang, yang terjadi pada sambungan 2 lajur lalu lintas. Hal ini disebabkan tidak baiknya ikatan

sambungan kedua lajur. Perbaikan dapat dilakukan dengan memasukkan campuran aspal cair dan pasir ke dalam celah-celah yang terjadi. Jika tidak diperbaiki, retak dapat berkembang menjadi lebar karena terlepasnya butir-butir pada tepi retak dan meresapnya air ke dalam lapisan.

6. Retak sambungan pelebaran jalan (*widening cracks*), adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran. Hal ini disebabkan oleh perbedaan daya dukung di bawah bagian pelebaran dan bagian jalan lama, dapat juga disebabkan oleh ikatan antara sambungan tidak baik. Perbaikan dilakukan dengan mengisi celah-celah yang timbul dengan campuran aspal cair dan pasir. Jika tidak diperbaiki, air dapat meresap masuk ke dalam lapisan perkerasan melalui celah-celah, butir-butir dapat lepas dan retak dapat bertambah besar.
7. Retak refleksi (*reflection cracks*), retak memanjang, melintang, diagonal atau membentuk kotak. Terjadi pada lapis tambahan (*overlay*) yang menggambarkan pola retakan dibawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum pekerjaan *overlay* dilakukan. Retak refleksi dapat pula terjadi jika terjadi gerakan vertical / horizontal dibawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada jenis tanah yang ekspansif. Untuk retak memanjang, melintang dan diagonal perbaikan dapat dilakukan dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir. Untuk retak berbentuk kotak perbaikan dilakukan dengan membongkar dan melapis kembali dengan bahan yang sesuai.
8. Retak susut (*shrinkage cracks*), retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan susut tajam. Retak disebabkan oleh perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar. Perbaikan dapat dilakukan dengan mengisi celah dengan campuran aspal cair dan pasir serta dilapisi dengan burtu.
9. Retak slip (*slippage cracks*), retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit. Hal ini terjadi disebabkan oleh kurang baiknya ikatan antar lapis permukaan dan lapis dibawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak air, atau benda *non adhesive* lainnya, atau akibat tidak diberinya *tack coat* sebagai bahan pengikat antar kedua lapisan. Retak

selip pun dapat terjadi akibat terlalu banyaknya pasir dalam campuran lapisan permukaan, atau kurang baiknya pemadatan lapisan permukaan. Perbaikan dapat dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dengan dan menggantikannya dengan lapisan yang lebih baik.

2.2.4.2.2 Distorsi (distortion)

Distorsi / perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Sebelum perbaikan dilakukan sewajarnya ditentukan terlebih dahulu jenis dan penyebab distorsi yang terjadi. Dengan demikian dapat ditentukan jenis penanganan yang tepat.

Distorsi dapat dibedakan atas :

1. Alur (*ruts*), yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur dapat merupakan tempat menggenangnya air hujan yang jatuh di atas permukaan jalan, mengurangi tingkat kenyamanan, dan akhirnya dapat timbul retak-retak. Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah dapat pula menimbulkan deformasi plastis. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan dari lapis permukaan yang sesuai.
2. Keriting (*corrugation*), alur yang terjadi melintang jalan. Dengan timbulnya lapisan permukaan yang berkeriting ini pengemudi akan merasakan ketidaknyamanan dalam mengemudi. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak menggunakan agregat halus, agregat berbentuk butiran dan berpermukaan licin, atau aspal yang dipergunakan mempunyai penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang menggunakan aspal cair). Kerusakan dapat diperbaiki dengan :
 - a. Jika lapis permukaan yang berkeriting itu memiliki lapisan pondasi agregat, perbaikan yang tepat adalah dengan mengaruk kembali, dicampur dengan lapis pondasi, dipadatkan kembali dan diberi lapis permukaan baru.

- b. Jika lapis permukaan dengan bahan pengikat memiliki ketebalan > 5 cm, maka lapis tipis yang mengalami keriting tersebut diangkat dan diberi lapis permukaan yang baru.
3. Sungkur (*shoving*), deformasi plastis yang terjadi setempat, ditempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikungan tajam. Kerusakan terjadi dengan atau tanpa retak. Penyebab kerusakan sama dengan kerusakan keriting. Perbaikan dapat dilakukan dengan cara dibongkar dan dilapis kembali (lihat juga retak kulit buaya)
4. Amblas (*grade depressions*), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air yang tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan permukaan yang akhirnya menimbulkan lobang. Penyebab amblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami *settlement*. Perbaikan dapat dilakukan dengan :
 - a. untuk amblas yang ≤ 5 cm, bagian yang rendah diisi dengan bahan sesuai seperti lapen, lataston, laston.
 - b. Untuk amblas yang ≥ 5 cm, bagian yang amblas dibongkar dan dilapis kembali dengan lapis yang sesuai.
5. Jembul (*upheaval*), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Hal ini terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar pada tanah yang ekspansif. Perbaikan dilakukan dengan membongkar bagian yang rusak dan melapisnya kembali

2.2.4.2.3 Cacat permukaan (*disintegration*)

Yang termasuk dalam cacat permukaan adalah :

1. Lubang (*potholes*), berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang-lubang ini menampung dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.
Lubang dapat terjadi karena :
 - a. Campuran material lapis permukaan jelek, seperti :
 - Kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan mudah lepas.
 - Agregat kotor sehingga ikatan antara aspal dan agregat tidak baik.
 - Temperatur campuran tidak memenuhi persyaratan.

- b. Lapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.
- c. Sistem drainase jelek, sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul pada lapis permukaan.
- d. Retak-retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap masuk dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil.

Lubang-lubang tersebut diperbaiki dengan cara dibongkar dan dilapis kembali. Perbaikan yang bersifat permanen disebut juga *deep patch* (tambahan dalam), yang dilakukan sebagai berikut :

- Bersihkan lobang dari air dan material-material yang lepas.
 - Bongkar bagian lapis permukaan dan pondasi sedalam-dalamnya sehingga mencapai lapisan yang kokoh (potong dalam bentuk yang persegi panjang)
 - Beri lapis *tack coat* sebagai lapis pengikat
 - Isikan campuran aspal dengan hati-hati sehingga tidak terjadi segregasi.
 - Padatkan lapis campuran dan bentuk permukaan sesuai dengan lingkungannya.
2. Pelepasan butir (*raveling*), dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang. Dapat diperbaiki dengan memberikan lapisan tambahan diatas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan, dan dikeringkan.
 3. Pengelupasan lapisan permukaan (*stripping*), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antar lapisan permukaan dan lapis dibawahnya, atau terlalu tipisnya lapis permukaan. Dapat diperbaiki dengan cara digarus, diratakan dan dipadatkan. Setelah itu dilapis dengan buras.

2.2.4.2.4 Pengausan (*polished aggregate*)

Permukaan menjadi licin, sehingga membahayakan kendaraan. Pengausan terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang dipergunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical. Dapat diatasi dengan menutup lapisan dengan latasir, buras, atau latasbum.

2.2.4.2.5 Kegemukan (*bleeding / flushing*)

Permukaan jalan menjadi licin. Pada temperatur tinggi, aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda. Berbahaya bagi kendaraan. Kegemukan (*bleeding*) dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan *prime coat* atau *tack coat*. Dapat diatasi dengan menaburkan agregat panas dan kemudian dipadatkan, atau lapis aspal diangkat dan kemudian diberi lapisan penutup.

2.2.4.2.6 Penurunan pada bekas penanaman utilitas

Penurunan yang terjadi di sepanjang bekas penanaman utilitas. Hal ini terjadi karena pemadatan yang tidak memenuhi syarat. Dapat diperbaiki dengan dibongkar kembali dan diganti dengan lapis yang sesuai.

2.3 KARAKTERISTIK AIR HUJAN

2.3.1 Sifat kimia air hujan

Pengukuran kualitas air hujan bertujuan untuk mengetahui tingkat konsentrasi unsur-unsur kimia yang terlarut dalam air hujan, termasuk derajat keasamannya (pH). Sejak tahun 1976 sampai tahun 1980-an, Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) telah melakukan pengukuran kualitas air hujan di Indonesia, dengan memasang 5 (lima) alat sampling di Indonesia yaitu di Jakarta, Manado, Medan, Cisarua-Bogor, dan Palembang. Program ini bagian dari "*Background Air Pollution Monitoring Network*" (BAPMoN) yang merupakan salah satu program *World Meteorological Organization* (WMO). Sejak tahun 1993, alat dan lokasi sampling bertambah 22 (duapuluh dua) buah, sehingga saat ini BMG mempunyai 27 (duapuluh tujuh) stasiun pemantauan kualitas air hujan tersebar diseluruh Indonesia.

Batas nilai rata-rata pH air hujan adalah 5,6 dan merupakan nilai yang dianggap normal atau hujan alami seperti yang telah disepakati secara internasional oleh badan dunia WMO. Apabila pH air hujan lebih rendah dari 5.6 maka hujan bersifat asam, atau sering disebut dengan hujan asam dan apabila pH air hujan lebih besar 5.6 maka hujan bersifat basa. Dampak hujan yang bersifat

asam dapat mengikis bangunan/gedung atau bersifat korosif terhadap bahan bangunan, merusak kehidupan biota di danau-danau, dan aliran sungai.

Pengambilan sampel (*sampling*), dilakukan sekali seminggu, selanjutnya sampel tersebut dikirim ke Laboratorium Kualitas Udara Badan Meteorologi dan Geofisika, di Jakarta, untuk dianalisis lebih lanjut. Parameter yang dihasilkan meliputi tingkat keasaman (pH), dayahantar listrik (*conductivity*), konsentrasi kation meliputi Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Amonium (NH₄), Natrium (Na) dan Kalium (K), serta konsentrasi Anion meliputi Sulphat (SO₄), Nitrat (NO₃), dan Klorida (Cl).

Tahun 1997, dikenal sebagai tahun El-Nino yang berdampak musim kemarau panjang dan kering di Indonesia. Persentase hujan yang jatuh di Indonesia selama tahun 1997 hanya 55 % dari normalnya. Penurunan cukup tajam pada bulan Juni sampai dengan bulan November. Kekeringan yang cukup intensif tersebut telah menyebabkan meluasnya kebakaran hutan di beberapa wilayah, khususnya di Sumatera, Kalimantan dan Irian Jaya. Kondisi iklim yang kering ditambah dengan kebakaran hutan yang hebat menyebabkan meningkatnya kadar polutan baik gas maupun debu di atmosfer. Akibatnya, kualitas air hujan menurun. Hal ini disebabkan oleh banyaknya polutan gas maupun debu yang terlarut dalam air hujan tersebut.

Penurunan kualitas air hujan tersebut tercermin dari menurunnya nilai rata-rata pH jika dibandingkan dengan nilai rata-rata pada tahun 1996. Pada tahun 1996 nilai rata-rata pH di Indonesia 5.46, sedangkan pada tahun 1997 nilai rata-rata pH 4.97, suatu penurunan yang cukup berarti.

Selama tahun 1997, daerah-daerah dengan nilai rata-rata pH dibawah 5.6 meliputi Medan, Pekanbaru, Jambi, Bengkulu, Palembang, Jakarta, Cisarua-Bogor, Bandung, Mataram, Pontianak, Palangkaraya, Banjarbaru, Winangun-Manado, Sam Ratulangi-Manado, Makasar, Palu dan Jayapura. Nilai rata-rata pH terendah terjadi di Winangun-Manado sebesar 4.55, dan Palangkaraya sebesar 4.61. Pada tahun 1996 nilai pH rata-rata pH air hujan di bawah 5.6 hanya terjadi di Winangun-Manado sebesar 4.98.

2.3.2 Air sebagai musuh utama jalan

Air apabila dimanfaatkan dengan benar akan dapat membawa kesejahteraan umat manusia. Namun bila air tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan bencana atau malapetaka. Bencana dan malapetaka tersebut adalah banjir, sedangkan banjir dapat memberikan dampak yang buruk terhadap perkerasan jalan khususnya perkerasan jalan lentur.

Kerusakan jalan akibat air antara lain :

- Melongsorkan tanah

Longsoran tanah ini dapat terjadi karena :

- Hujan lebat yang melanda jalan dan lingkungannya, dapat melongsorkan tanah pada tebing-tebing jalan.
- Pengerusan tepi sungai atau saluran yang ada pada sisi jalan berakibat longsornya tanah pada tebing sungai / saluran disisi jalan, bahu jalan dan kemungkinan badan jalan serta perkerasan jalan.
- Abrasi air laut atau danau pada sisi tebing jalan dipinggir pantai laut atau danau.

- Memperlemah badan jalan dan perkerasan jalan

Prinsip dasar kondisi konstruksi jalan terhadap hujan adalah setelah hujan tersebut reda, permukaan jalan termasuk bahu jalan harus kering. Apabila setelah hujan reda, air masih banyak menggenang dipermukaan perkerasan atau bahu jalan maka air genangan tersebut dapat meresap ke perkerasan hingga sampai ke badan jalan yang berakibat pada perkerasan lentur, yaitu konstruksi jalan menjadi lembek atau labil. Hal ini terjadi karena :

- Kemiringan melintang perkerasan jalan tidak sesuai standar, sehingga air menggenang dan merembes melalui pori-pori atau retakan perkerasan dan menembus sampai Lapis Pondasi Atas (LPA) maupun Lapis Pondasi Bawah (LPB) terus menembus tanah dasar.
- Adanya lobang-lobang jalan atau lendutan perkerasan sehingga air tetap menggenang dan meresap serta apabila dilalui kendaraan akan bergetar membuat retak dan air bisa masuk ke perkerasan merembes sampai badan jalan.

- Selokan samping terjadi pendangkalan sehingga permukaan atau elevasi air selokan lebih tinggi dari permukaan tanah dasar / badan jalan menyebabkan air dapat merembes ke tanah dasar jalan yang menyebabkan kandungan / kadar air pada tanah dasar badan jalan naik menjadi lembek.
- Retakan-retakan pada permukaan perkerasan jalan yang disebabkan pelaksanaan pekerjaan konstruksi jalan kurang baik dan apabila ada getaran lalu lintas yang lewat akan menambah peluang bagi air merembes ke dalam konstruksi jalan.
- Depresi atau penurunan yang terjadi pada arah jalur membujur jalan yang dilalui roda kendaraan secara menetap terus-menerus bisa menjadi tampungan air, bisa menyebabkan kendaraan tergelincir atau menyemprotkan air ke kendaraan lain.
- Dan ada kebiasaan anggota masyarakat setiap pagi mencuci kendaraan di depan garasi, airnya terbuang mengalir ke permukaan perkerasan jalan, lalu dilalui kendaraan dan mengakibatkan rusak jalan.
- Air cucian mobil maupun air kotoran yang dibuang dari rumah tangga atau sarana umum harus disalurkan masuk selokan terus mengalir lancar ke saluran pembuangan.
- Merusak bahu jalan dan tebing jalan
Air hujan yang jatuh pada permukaan perkerasan jalan, harus mengalir ke luar, ke bahu jalan dan terus mengalir ke selokan. Apabila air menggenang dibahu jalan akan merusak konstruksi bahu jalan dan tebing saluran jalan, maka perbaiki bahu jalan segera mungkin. Air yang mengumpul dan menggenang diselokan tepi jalan, akibat buntutnya atau ada urukan selokan harus dibersihkan sehingga airnya menjadi lancar, dan harus dihindari jangan sampai menggenangi bahu jalan.
- Merusak jaringan pengering
Saluran Air atau selokan yang tersumbat akan merusak jaringan pengering jalan (drainase). Gorong-gorong yang mengalirkan air dari sisi jalan ke sisi lainnya sering tersumbat secara terus-menerus akan mengakibatkan kerusakan serius pada bagian-bagian jalan termasuk gorong-gorong itu sendiri. Adanya kerusakan gorong-gorong harus segera diperbaiki. Bila air mengalir pada

selokan cukup deras dan curam dapat mengikis dasar saluran air, dan mengakibatkan tepi jalan longsor karena terjadinya erosi. Untuk mengatasi derasnya aliran air pada saluran yang curam harus dibuat cekung dan kecil setiap 10 s/d 20 m untuk menahan derasnya aliran air, atau dibuat saluran penyimpangan untuk membelokkan aliran air menjauhi jalan berfungsi sebagai saluran pembuang. Saluran samping jalan di perbukitan yang cukup panjang harus dijaga agar air yang mengalir tidak terlalu penuh dan meluap, oleh karena itu perlu saluran pembuangan yang dibelokkan menjauhi jalan.

▪ Merusak jembatan

Jembatan dari rangka kayu dan rangka baja sangat riskan terhadap kerusakan karena air. Air dapat merembes pada sambungan-sambungan kerangka jembatan (kayu dan baja), kemudian lama kelamaan menyebabkan kerusakan pada sambungan. Hujan lebat yang menimbulkan air sungai menjadi banjir membawa sampah, batang pohon dan lain sebagainya, dapat mengumpul di sekitar tiang jembatan, berarti akan mempersempit lebar aliran sungai. Dan apabila arus alirannya deras dapat menekan atau mendorong tiang-tiang jembatan.

Jembatan dapat roboh karena :

- Dengan menyempitnya lebar aliran sungai akan terjadi gerusan dasar sungai maupun sisi-sisi jembatan dan lama kelamaan merusak sisi-sisi jembatan
- Derasnya aliran air sungai dapat menggeser dan melongsorkan tebing sungai di dekat jembatan dan menyebabkan bentang jembatan berubah yaitu di satu sisi sudah terpendam tanah atau pondasi jembatan. Kejadian ini sangat membahayakan, perlu tindakan segera.
- Terjadi endapan lumpur sampah dan bahan lainnya akan mengurangi ruang bebas vertikal di bawah jembatan. Kalau banjir air bisa meluap ke jalan. Oleh karena itu, kejadian seperti ini harus segera dibersihkan.
- Air yang mengenang pada bagian dasar jembatan kayu, bisa menyebabkan pelapukan pada tiang-tiang kayu jembatan, akibatnya tiang-tiang tidak mampu menyangga bentang jembatan selanjutnya bisa roboh.
- Aliran air sering terhambat oleh tumbuhan pada dasar aliran / saluran. Bila terjadi hal demikian, pepohonan, rerumputan dan tanaman lain harus

dibersihkan dan dijauhkan dari konstruksi kayu. Bila lalai, pada musim kemarau ada kemungkinan akan terjadi kebakaran.

- Perubahan tinggi air pada pondasi mengakibatkan terjadinya penurunan pondasi. Bila terjadi penurunan pondasi yang cukup besar akan menyebabkan tegangan tambahan pada hampir semua tipe konstruksi, sehingga jembatan bisa goyang dan miring.

Jembatan tersebut bisa goyang dan miring karena :

- ✓ Dibawah permukaan air pada tiang pancang baja atau beton mungkin terjadi korosi dan berakibat melemahnya daya topang tiang pancang
 - ✓ Air tanah mengandung zat kimia tertentu. Zat kimia pada air tanah menimbulkan proses kimiawi yang adakalanya menyebabkan kerusakan pada struktur jalan dan jembatan.
 - ✓ Kadangkala di belakang pangkal jembatan terdapat air. Hal ini dapat diketahui melalui tanda-tanda akan adanya kelembaban pada permukaan pangkal jembatan selama musim kemarau. Karena drainase (saluran pengering) kurang memenuhi syarat, air tersebut merembes keluar lewat retak-retak atau sambungan-sambungan konstruksi.
- Merusak hasil pemadatan tanah dasar badan jalan
- Tingkat kepadatan yang dicapai pada proses pemadatan tanah dasar badan jalan akan menjadi lembek kembali apabila diguyur air hujan. Oleh karena itu, pada pelaksanaan proses pemadatan tanah dasar badan jalan harus dijaga jangan sampai terkena guyuran air. Apabila pelaksanaan pemadatan di musim hujan, akan lebih baik jika disediakan penutup hasil pemadatan, misalnya dengan terpal atau plastik.

Setelah memahami, diharapkan dapat meyakini bahwa memang benar air dapat menjadi musuh utama jalan. Tetapi masih ada lagi hal-hal yang dapat merusak konstruksi jalan, misalnya: beban muatan gandar kendaraan yang melebihi standar ketentuan muatan.

2.4 SISTEM DRAINASE JALAN RAYA

Salah satu faktor yang memberi kontribusi terhadap kerusakan jalan adalah genangan air di permukaan perkerasan jalan yang terperangkap atau tidak tersalurkan dengan baik ke saluran pembuangan (drainase). Repetisi beban lalu

lintas pada permukaan jalan yang jenuh air akan mempercepat kerusakan, sehingga peranan saluran pembuangan air (drainase) yang berfungsi secara baik merupakan suatu pendukung jalan yang mutlak keberadaannya. Hal lain yang penting dalam menyebabkan cepatnya kerusakan yaitu akibat kurang terpeliharanya saluran drainase jalan. Fungsi utama drainase jalan adalah untuk mengumpulkan dan menyalurkan air permukaan maupun air bawah permukaan melalui saluran yang ditempatkan di samping jalan. Volume air yang jatuh pada daerah tangkapan tersebut merupakan faktor utama dalam penentuan dimensi dan bentuk penampang drainase.

Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian baik terhadap fungsi maupun parameter perencanaan sistem jaringan drainase yang terpadu antara drainase jalan maupun drainase lingkungan, yang sesuai dengan kondisi lingkungan.

2.4.1 Drainase Jalan

Secara umum definisi drainase adalah usaha pengeringan air dari suatu tempat atau daerah, baik berupa air permukaan atau air yang keluar dari dalam tanah ke permukaan dengan cara alam atau buatan yang biasanya akan menyangkut persoalan aliran (Bahu dan Drainase Jalan, Dirjend Bina Marga, DPU, 1978).

Referensi lain mendefinisikan saluran drainase sebagai cara pengalihan pengaliran air, secara alamiah atau buatan, dari permukaan untuk suatu area tertentu yang mana pengaliran tersebut berlangsung secara gravitasi. (Drainase, Dirjend Bina Marga, DPU, 1978).

Adapun definisi lain dari drainase yaitu prasarana yang dapat bersifat alami ataupun buatan yang berfungsi untuk memutuskan dan menyalurkan air permukaan maupun bawah tanah, biasanya menggunakan bantuan gaya gravitasi. (*Road Drainage Design Manual, Queensland*).

Tujuan dari program drainase ialah untuk mengurangi / mencegah kerugian yang ditimbulkan oleh tidak sempurnanya drainase, baik kerugian kehilangan jiwa, kerusakan prasarana dan kehilangan produktivitas, akibat kelebihan air dan banjir, atau dengan kata lain, program penanganan drainase yaitu untuk melengkapi prasarana pelayanan umum untuk mengurangi frekuensi banjir dan lama genangan.

Sedangkan tujuan sistem drainase jalan adalah mencegah kehancuran konstruksi jalan dengan cara selalu menjaga kadar air rendah dalam konstruksi jalan dan membuang air secepatnya keluar badan jalan.

Fungsi utama saluran drainase jalan adalah mengumpulkan dan menyalurkan air permukaan maupun air bawah permukaan melalui saluran yang ditempatkan di samping jalan.

Sistem drainase jalan harus dapat mengatasi dua masalah:

- Air permukaan yang berasal dari air yang mengalir di permukaan, aliran-aliran yang dibelokkan atau aliran-aliran sungai.
- Air Tanah

Dari kedua definisi yang disebutkan diatas dapat diambil kesimpulan definisi dari drainase jalan yaitu prasarana yang berfungsi memutuskan dan mengalirkan air permukaan jalan (biasanya menggunakan bantuan gaya gravitasi), termasuk didalamnya saluran sisi jalan terbuka maupun tertutup, pipa, gorong-gorong serta *culvert*.

2.4.2 Peranan Drainase Jalan

2.4.2.1 Keterkaitan dengan Kerusakan Jalan

Sudah tidak asing lagi di kalangan perencana maupun pelaksana konstruksi bahwa musuh utama dari prasarana jalan yaitu air. Bahaya air terhadap konstruksi jalan tidak hanya dirasakan pada tahap pasca konstruksi saja melainkan juga pada tahap pra dan tahap konstruksi.

Genangan air pada badan jalan, jika tidak dikeringkan dengan cepat, memberikan dampak kepada menurunnya umur konstruksi jalan.

Selama periode waktu dimana jalan menampung lalu lintas saat bagian struktural jalan tergenang air, kecepatan pengrusakan bisa mencapai ribuan kali lebih besar dibandingkan saat jalan tersebut tidak tergenang air. (Harry H. Cegergren, *Drainage of Highway and Airfield Pavement*, 1974).

2.4.2.2 Keterkaitan dengan Sistem Jaringan Drainase Wilayah

Dalam tata cara perencanaan umum drainase perkotaan (SK SNI T-07-1990-F), dijelaskan bahwa sistem drainase wilayah, dalam hal ini perkotaan,

merupakan sistem yang terpisah dari sistem drainase jalan. Namun dijelaskan dalam tata cara tersebut bahwa dalam hal tertentu dengan koordinasi dengan instansi dan pihak yang berwenang maka sistem drainase wilayah dan drainase jalan dimungkinkan untuk digabung.

Mengacu kepada kondisi tersebut perencanaan drainase jalan tidak dapat berdiri sendiri. Perencanaan sistem drainase jalan, sebagai sistem drainase mikro, selayaknya harus mempertimbangkan sistem drainase yang lebih makro.

2.4.3 Perencanaan Drainase

Dalam perencanaan dan perawatan saluran samping jalan terdapat beberapa prinsip yang harus dipenuhi, diantaranya:

- Harus dapat mengakomodasi banjir rencana dengan kedalaman saluran yang mampu mengalirkan limpasan air hujan
- Harus mampu mencegah erosi pada permukaan saluran dengan menyediakan *turf cover*
- Kemiringan saluran harus memberikan kecepatan aliran yang cukup rendah untuk mencegah erosi tapi cukup tinggi untuk mencegah pengendapan
- Perawatan rutin saluran untuk membersihkan saluran dari sampah organik dan anorganik, maupun sedimentasi
- Terintegrasi dengan saluran alami dengan tersedianya outlet-outlet pada saluran alami

Dalam tata cara perencanaan umum drainase perkotaan (SK SNI T-07-1990-F), faktor medan atau topografi merupakan hal yang penting untuk dipertimbangkan mengingat pengaliran air lebih mengandalkan aspek gravitasi. Dalam pedoman dijelaskan untuk daerah pegunungan perencanaan drainase perlu untuk memperhitungkan masalah longsor, dan untuk daerah relatif datar perencanaan perlu memperhitungkan air penggelontor untuk mengatasi kemungkinan pengendapan dan pencemaran. Perencanaan sistem drainase untuk daerah pesisir harus memperhitungkan pengaruh pasang surut air laut untuk menghindari air balik (*back water*) ke arah hulu dan mengakibatkan garis pembendungan. Dengan mengenali topografi dan medan maka dapat direncanakan penempatan bangunan-bangunan air (pintu air) atau alat bantu (pompa) sehingga sistem drainase dapat berfungsi dengan baik.

2.4.4 Tipe Potongan Melintang Saluran Samping

Tipe-tipe potongan melintang saluran samping yang umum dipakai di lapangan yaitu tipe parabola atau setengah lingkaran, trapesium dan persegi panjang, dan bentuk V atau segitiga. Masing-masing bentuk mempunyai kelebihan dan kelemahan masing-masing yang ditinjau dari beberapa aspek antara lain hidrolis, yaitu kemampuan meminimumkan erosi dan kemudahan dalam pekerjaan dan perawatan. Bentuk parabola merupakan bentuk yang secara hidrolis paling baik dan mampu meminimumkan erosi. Bentuk trapesium merupakan bentuk yang paling stabil dan mudah untuk dibangun. Bentuk ini merupakan bentuk yang paling umum digunakan dibandingkan dengan bentuk parabola. Bentuk V merupakan bentuk yang paling mudah dibangun namun secara hidrolis tidak efisien dan mudah tererosi oleh aliran air. Bentuk V umumnya tidak direkomendasikan sebagai tipe konstruksi untuk saluran samping jalan dan membahayakan.

2.4.5 Pemeliharaan Drainase

Sudah selayaknya dalam perencanaan drainase jalan, kriteria disain yang ditentukan dibuat untuk kepentingan pemeliharaan dari sistem drainase jalan, serta harus dilengkapi dengan suatu rangkaian akses dan titik-titik pembersihan (*box control*) pada interval yang tepat agar mendapatkan tingkat pemeliharaan yang terkendali. (Downing M.F..“*Landscape Construction*”., E. dan F.N. Spon, 1977)

Untuk menjaga saluran drainase jalan tetap terjaga bersih dan terbebas dari material yang dapat menurunkan kapasitas saluran, pemeriksaan dan pemeliharaan rutin maupun pemeriksaan berskala besar perlu dilakukan. Referensi yang ada menganjurkan pemeriksaan rutin dilakukan sekali dalam sebulan, dan pemeriksaan besar dilakukan minimal sekali dalam 2 tahun

2.5 TEORI KORELASI

2.5.1 Korelasi dan Regresi

Korelasi adalah tingkat hubungan antara variabel-variabel, yang mencoba menentukan sejauh mana suatu persamaan linear ataupun tak-linear menjelaskan hubungan antar variabel-variabel.

Apabila semua nilai dari variabel-variabel secara tepat memenuhi suatu persamaan maka dikatakan bahwa variabel-variabel tersebut memiliki korelasi yang sempurna. Dengan demikian luas lingkaran C dan radius r dari semua lingkaran korelasi sempurna, karena $C = 2\pi r$. Jika dua dadu dilantunkan serentak sebanyak 100 kali maka tidak ada hubungan antara titik-titik / jumlah mata yang terdapat pada setiap dadu, yakni tidak ada korelasi satu sama lain. Variabel tinggi dan berat seseorang dapat menunjukkan suatu korelasi.

Apabila yang dipersoalkan dua variabel, maka hal ini disebut korelasi sederhana dan regresi sederhana. Apabila yang dipersoalkan meliputi lebih dari dua variabel maka hal ini disebut korelasi berganda dan regresi berganda

Teori Korelasi berguna untuk menentukan variable X mana saja yang berhubungan besar dengan Y

Untuk cara melakukan perhitungan manualnya adalah sebagai berikut¹⁾ :

$$r = \frac{\sum X_n Y}{\sqrt{(\sum X_n^2) + (\sum Y^2)}}$$

Dimana, r = besaran korelasi antara Xn dan Y
 Xn = variabel bebas
 Y = variabel tidak bebas

Persamaan di atas juga berlaku untuk mencari korelasi antara 2 variabel bebas, dimana mempunyai rentang nilai r ($-1 \leq r \leq +1$) :

- Nilai r yang mendekati -1 mempunyai arti bahwa kedua peubah tersebut saling berkorelasi negatif (peningkatan nilai salah satu peubah akan menyebabkan penurunan nilai peubah lainnya).
- Nilai r yang mendekati +1 mempunyai arti bahwa kedua peubah tersebut saling berkorelasi positif (peningkatan nilai salah satu peubah akan menyebabkan peningkatan nilai peubah lainnya).
- Nilai r mendekati 0, tidak terdapat korelasi antara kedua peubah tersebut.

¹ *Statistics*, Murray R. Spiegel, Schaum's Series. Chapter 14, hal. 253, problem 10.

2.5.2 Model Regresi Linear

Untuk penelitian ini bentuk awal dan merupakan bentuk umum daripada model regresi linear ini adalah sebagai berikut:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3$$

Dimana,

Y = Variabel tidak bebas, yaitu umur perkerasan lentur jalan raya

X_n = Variabel bebas yaitu curah hujan, sistem drainase dan % kendaraan berat

a_n = parameter korelasi

Berikut adalah rumusan-rumusan yang dipakai untuk memecahkan pemodelan regresi linear. Keempat rumusan dibawah merupakan kombinasi dari bentuk umum model regresi yang dikalikan dengan tiap variabel bebasnya.

$$\begin{aligned}Na_0 + a_1 \sum_{i=1}^N X_1 + a_2 \sum_{i=1}^N X_2 &= \sum_{i=1}^N Y \\ a_0 \sum_{i=1}^N X_1 + a_1 \sum_{i=1}^N X_1^2 + a_2 \sum_{i=1}^N X_1 X_2 &= \sum_{i=1}^N X_1 Y \\ a_0 \sum_{i=1}^N X_2 + a_1 \sum_{i=1}^N X_1 X_2 + a_2 \sum_{i=1}^N X_2^2 &= \sum_{i=1}^N X_2 Y\end{aligned}$$