

BAB V

PERENCANAAN RAINWATER HARVESTING

5.1 Kebutuhan Air

Kegiatan utama dari terminal bandara Adi Sutjipto ialah melayani keberangkatan dan kedatangan penumpang setiap harinya dimana terdapat 2 terminal bandara A dan B. Perhitungan kebutuhan air untuk kamar mandi terminal bandara Adi Sutjipto diharapkan dapat terpenuhi untuk seluruh area kamar mandi terminal bandara dan sumber kebutuhan air berasal dari PDAM dan Sumur. Di bawah ini ialah kebutuhan air bersih dari Unit Alat Plumbing seperti yang ada pada tabel 5.1 ini:

Tabel 5.1 Kebutuhan pemakaian air

Terminal A dan B			
kebutuhan pemakaian air	Liter	Jumlah	Total
Urinoir	6.0	57	342
Lavatory	10.0	47	470
Kloset	5.0	84	420
		total	1232 liter

Sumber: SNI 8153-2015

Untuk mengetahui kebutuhan pemakaian air tersebut standar pemakaian air dikali dengan jumlah total unit alat plumbing yang ada pada terminal A dan B dan dengan hasil 1232 liter/hari = 1,23 m³ /hari.

5.2 Analisa Data Curah Hujan

a.). Data Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, runoff dan infiltrasi. Untuk data curah hujan yang digunakan dalam perhitungan ini berasal dari stasiun terdekat lokasi dari stasiun tersebut ialah stasiun Maguwoharjo, stasiun Adi Sutjipto dan Stasiun Kalipentung.

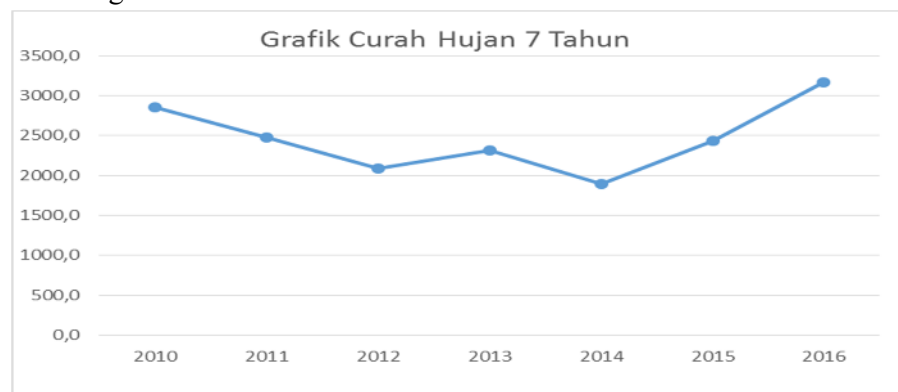
Data curah hujan seperti yang dicantumkan pada tabel 5.2 :

Tabel 5.2 Data curah

Tahun	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rata-Rata	2856,2	2472,3	2093,0	2317,4	1891,0	2433,7	3168,3

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Data curah hujan yang ada pada tabel 5.1 terdapat 7 tahun karena data yang dari BM KG hanya terdapat data 7 tahun untuk stasiun Adi Sutjipto sehingga untuk menyesuaikan data yang dengan Adi Sutjipto maka data yang diambil dari stasiun kalipentung dan maguwo hanya 7 tahun sehingga bisa diambil nanti data curah hujan yang hilang Terdapat data curah hujan yang hilang dikarenakan karena alat yang rusak Data curah hujan yang telah dianalisa akan di tampilkan dalam bentuk grafik di bawah ini :



Gambar 5.1 Grafik curah hujan tahunan (2010-2016)

Sumber: BMKG Yogyakarta

b.) Analisis Hujan Rencana

Periode ulang dapat diartikan sebagai waktu hipotetik dimana debit atau hujan dapat diartikan dengan besaran tertentu akan disamai atau dilampui. Misalnya dengan hujan periode 25 tahun berarti dalam 25 tahun hujan kemungkinan hujan dengan besaran yang sama atau dilampui dengan besaran dengan terjadi sekali. Periode ulang hujan ini dapat dari perhitungan curah hujan rata-rata. Dalam perencanaan RWK dapat dilihat data periode ulang hujan metode distribusi normal pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.3 Curah hujan harian maksimum

No	Tahun	Rerata Hujan Tahunan (mm)	(R-r)	(R-r) ²
1	2010	2856,2	394,5	155650
2	2011	2472,3	10,6	112
3	2012	2093,0	-368,7	135948
4	2013	2317,4	-144,3	20818
5	2014	1891,0	-570,7	325711
6	2015	2433,7	-28,0	786
7	2016	3168,3	706,6	499316
Jumlah		17232,0		1138340
Rata-rata		2461,7		162620

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

- Menghitung rata-rata curah hujan

$$\bar{x} = \frac{2856}{3168} = 2461$$

- Menghitung standar deviasi

$$S = 29,6$$

c.) Intensitas Hujan Rencana

Setelah itu baru di distribusi ke metode distribusi normal seperti tabel di bawah ini untuk mendapatkan nilai rata-rata sampel:

Tabel 5.4 Periode Ulang Hujan

PUH (T)	K_T	S	X	XT
2	0	355,6	2462	2462
5	0,84	355,6	2462	2761
10	1,64	355,6	2462	3045
25	2,05	355,6	2462	3191
50	2,05	355,6	2462	3191
Jumlah				14650,1
Rata-Rata				2930,0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

- Menghitung $K_T = 0,84$ (Dilihat dari tabel reduksi Gauss)

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	k
1.001	0.999	-3.05
1.005	0.995	-2.58
1.010	0.990	-2.33
1.050	0.950	-1.64
1.110	0.900	-1.28
1.250	0.800	-0.84
1.330	0.750	-0.67
1.430	0.700	-0.52
1.670	0.600	-0.25
2.000	0.500	0
2.500	0.400	0.25
3.330	0.300	0.52
4.000	0.250	0.67
5.000	0.200	0.84
10.000	0.100	1.28
20.000	0.050	1.64
50.000	0.020	2.05
100.000	0.010	2.33
200.000	0.005	2.58
500.000	0.002	2.88
1.000.000	0.001	3.09

- Menghitung Standar Deviasi = 355,6

- Menghitung X_t

$$X_t = 2462 (0 \times 355,6) \\ = 2462$$

Periode ulang hujan pada tabel diatas dapat hasil dengan jumlah 14650 dan rata-rata 2930

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitasnya berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis terhadap data hujan baik secara statistik maupun empiris. Intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman. Dalam hal ini dapat dilihat data Intensitas hujan dengan menggunakan metode Mononobe pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.5 Intensitas Hujan Metode Mononobe

Menit	Durasi (Jam)	Curah Hujan Harian Maksimum 24 Jam (R24) (mm/24 jam)				
		2 Tahun 205,10	5 Tahun 209,30	10 Tahun 221,50	25 Tahun 256,50	50 Tahun 307,60
		Intensitas Hujan Rencana dengan rumus Mononobe (mm/jam)				
5	0,08	382,97	390,82	26,99	478,95	574,37
10	0,16	241,26	246,20	260,55	301,72	361,83
15	0,25	179,17	182,84	193,50	224,07	268,71
30	0,33	148,90	151,95	160,80	186,21	223,31
45	0,5	112,87	115,18	121,90	141,16	169,28
60	1	71,10	72,56	76,79	88,92	106,64
120	2	44,79	45,71	48,37	56,02	67,18
180	4	28,22	28,80	30,47	35,29	42,32
360	5	24,32	24,82	26,26	30,41	36,47
720	12	13,57	13,84	14,65	16,97	20,35
1440	24	8,55	8,72	9,23	10,69	12,82

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

- Menentukan Intensitas Hujan

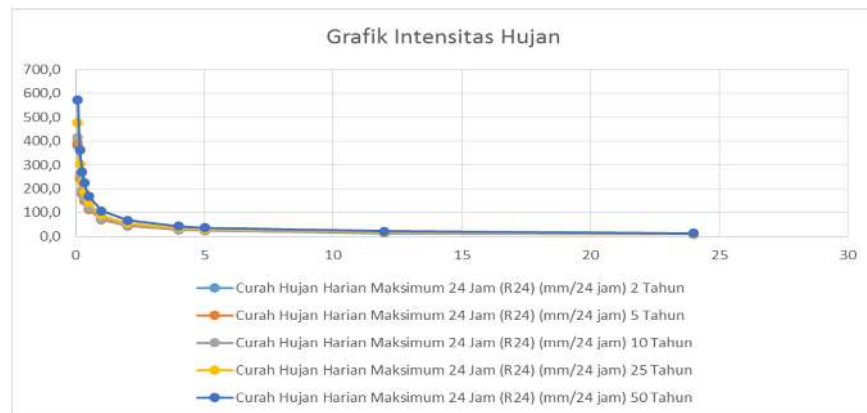
$$I = \frac{209,30}{24} \left[\frac{24}{\frac{60}{60}} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 72,56$$

Dari tabel di atas dapat dijelaskan bahwa curah harian hujan maksimum dalam 24 jam

Dengan durasi 1 sampai dengan 24 yang di dapat dari tabel periode ulang hujan yang selanjutnya metode yang digunakan dalam menentukan intensitas hujan ialah dengan menggunakan metode Mononobe yang dapat dilihat pada tabel di atas dimana kita akan menentukan intensitas hujan yang sesuai dengan kondisi daerah tersebut dimana metode Mononobe berfungsi menentukan intensitas hujan harian seperti dalam sehari terjadi hujan maka dapat menghitung berapa lama durasi hujan. Dapat kita ketahui bahwa semakin lama durasi hujan maka akan semakin kecil intensitas hujannya dan jika durasi hujan yang pendek maka Intensitas hujan akan besar karena hujan tidak selalu terus menerus. Dan dari kondisi lapangan sesuai dengan perencanaan yang akan dilakukan pemilihan Intensitas hujan dari tabel di atas 72,56 mm/jam dengan durasi waktu hujan 1 jam dengan periode ulang hujan 5 tahun.

Dapat dilihat dari perbandingan data yang lain yaitu penelitian yang dilakukan Maharjono (2017) di Surakarta, dimana hasil rerata 160,14 mm/jam dengan curah hujan bulanan asumsi 10 bulan dan apabila dikonversi menjadi



Gambar 5.2 Grafik Intensitas Hujan dengan metode Mononobe

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

curah hujan perhari dengan asumsi terjadi 8 hari hujan dalam 1 bulan didapat curah hujan sebesar 20,04 mm/jam. Pada penelitian lain oleh

Daulay (2010) di Medan hasilnya 56,508 mm/jam dengan menggunakan PUH 5 Tahun dengan durasi selama 5 menit. Perbandingan perbandingan data disebabkan karena beberapa faktor seperti arah mata angin, lama durasi hujan, perbedaan suhu, Ketinggian lokasi dan luas lokasi.

5.3 Sistem Penangkapan Air Hujan

a) Permukaan Area Tangkapan Air Hujan

Permukaan area tangkapan air hujan pada perencanaan *Rainwater Harvesting* ini ialah berupa paving blool yang digunakan di area parkir kendaraan roda 4 bandara Adi Sutjipto Yogyakarta.

b) Perhitungan Debit Air Hujan

Debit air hujan (Q) yang akan dimanfaatkan untuk teknologi *Rainwater Harvesting* dalam penelitian ini didapatkan berdasarkan metode rasional, dengan membutuhkan data koefisien pengaliran (c), intensitas curah hujan (I), dan luas tangkapan (A). Debit air hujan yang digunakan untuk mengetahui potensi air hujan pada parkir kendaraan roda 4 di bandara Adi Sutjipto Yogyakarta dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.6 Debit Tangkapan Hujan

Nama bangunan	Luas (m ²)	Luas (ha)	Intensitas (I)	koefisien (c)	Debit (Q) m ³ /detik	Volume tampungan (V) m ³
tempat parkir	3360	0,34	72,56	0,5	0,03	8268
total	3360	0,34			0,03	8268

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Debit tangkapan hujan berfungsi untuk menghitung debit hujan yang jatuh ke *catchmen area* yang dapat dilihat dari luas area tangkapan dan intensitas serta koefisien dari area tersebut dimana merupakan lahan perkerasan batu block yang memiliki koefisien 0,5, dengan begitu

akan di dapat debitnya setelah itu akan diketahui besaran volume tampungan hujan yang dihitung dari debitnya sehingga diketahui volume tampungannya.

- Menentukan debit tangkapan hujan

$$Q = 0,002778 \times C \times I \times A$$

$$= 0,002778 \times 0,5 \times 72,56 \text{ mm/jam} \times 0,34 \text{ Ha}$$

$$= 0,03 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Menentukan Volume Tampungan

Untuk menentukan volume tampungan curah hujan data yang diperlukan ialah berupa data rata-rata curah hujan tahunan dan luas area tangkapan hujan. Perhitungannya seperti dibawah ini:

Rata-rata Curah hujan tahunan = 2461 mm/tahun

V tampungan = $3360 \text{ m}^2 \times 2,461 \text{ m/tahun} = 8268 \text{ m}^3/\text{tahun}$

c). Area Tangkapan

Area Tangkapan merupakan area yang akan dilayani oleh penangkap air hujan yang berupa saluran drainase blok pelayanan di *Rainwater Harvesting* ini terdapat empat notasi saluran pelayanan untuk melihat detail saluran ini berfungsi untuk menyalurkan air hujan dari tangkapan area parkir lalu di hujngungkan ke *ground reservoir*. Area parkir kendaraan bandara Adi Sutjipto berupa Paving block dan karena tipe daerah aliran yang sama untuk c gabungan cukup satu saja 0,5. Untuk datanya bisa dilihat di tabel 5.7

\

Tabel 5.7 Blok pelayanan saluran sekunder

Notasi Saluran	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas m ²	Luas (Ha)	Tipe Daerah Aliran	C	A (%)	A (Ha)	CA (Ha)	C Gab
1--A	120	9	1080	0,10	(Paving blok)	0,5	100%	0,0010	0,0005	0,5
2--B	120	10	1200	0,12	(Paving blok)	0,5	100%	0,0012	0,0006	
3--C	120	9	1080	0,10	(Paving blok)	0,5	100%	0,00096	0,00048	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Tabel 5.8 Blok pelayanan saluran primer

Notasi Saluran	Panjang (m)	Lebar (m)	Luas m ²	Luas (Ha)	Tipe Daerah Aliran	C	A (%)	A (Ha)	CA (Ha)	C Gab
4-D	28	9,5	266	0,03	(Paving blok)	0,5	50%	0,0001	0,0000665	0,6
					Aspal	0,7	50%	0,0001	0,0000931	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa data di atas merupakan hasil analisis data mengenai blok pelayanan dari daerah aliran drainase. Terdapat pada tabel pertama yaitu tabel berisi data saluran sekunder dan yang kedua tabel data saluran primer. Saluran sekunder pada penelitian ini merupakan saluran yang menjadi jalur penangkap air hujan sehingga air hujan yang di tangkap di saluran sekunder akan dialirkan ke saluran primer. Saluran primer yang terhubung dari saluran sekunder yang di tangkap akan di alirkan lagi ke penampung air hujan (*Ground Reservoir*). Untuk pehtungan analisis data ada di bawah ini:

- Menentukan Luas

$$\text{Luas persegi} = 120 \times 8$$

$$= 960 \text{ m}^2 \text{ konversi Ha} = 0,10$$

- Koefisien aliran (C)

$$\text{Paving blok} = 0,5$$

- A% area aliran yang dilayani

Karena disana menggunakan paving blok untuk parkir maka diberi nilai 100%

- A (Ha) Luas tangkapan air

$$A = \frac{100 \% \times 0,10}{100} = 0,0010$$

- Luas Koefisien aliran

$$\begin{aligned} CA &= 0,5 \times 0,0010 \\ &= 0,0005 \end{aligned}$$

- C gabungan

Koefisien gabungan ialah penjumlahan dari tangkapan area

$$C \text{ gab} = \frac{\sum CA(0,0005+0,0006+0,00048)}{\sum A(0,0010+0,0012+0,00096)} = 0,5$$

d). Dimensi Reservoir

Reservoir pada *Rainwater Harvesting* berfungsi sebagai penampungan air hujan yang mengalir dari tangkapan air hujan atau *catchmen area* setelah melakukan perhitungan debit tangkapan hujan di dapat dimana volume tampungan yang di konversi dalam liter maka setelah itu baru dapat dicari berapa dimensi untuk reservoirnya. Ukuran reservoir dengan cara menghitung volume karena *groundreservoir* bentuk persegi maka digunakan rumus volume= Panjang x Lebar x tTinggi sehingga setelah itu hasilnya dikonversi dalam satuan liter Volume persegi = 5 x 5 x 4,5 = 112 m² luas total setelah itu konversi ke liter 112 x 1000 liter = 112000 liter seperti tabel di bawah ini ukuran dari groundreservoir :

Tabel 5.9 Dimensi Reservoir

Ground Reservoir		
Panjang (m)	lebar(m)	Tinggi(m)
5	5	4,5

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

5.4 Menentukan Neraca Air

Neraca air merupakan cara yang digunakan untuk menghitung besaran air yang masuk dan keluar dari sebuah sistem. Di bawah ini ialah kebutuhan air bersih dari Unit Alat Plumbing seperti yang ada pada tabel 5.18 ini:

Tabel 5.1 Kebutuhan pemakaian air

Terminal A dan B			
kebutuhan pemakaian air	Liter	Jumlah	Total
Urinoir	6.0	57	342
Lavatory	10.0	47	470
Kloset	5.0	84	420
		total	1232 liter

Sumber: SNI 8153-2015

Untuk mengetahui kebutuhan pemakaian air tersebut standar pemakaian air dikali dengan jumlah total unit alat plumbing yang ada pada terminal A dan B dan dengan hasil 1232 liter/hari = $1,23 \text{ m}^3/\text{hari}$. Air limbah yang dihasilkan dari toilet ialah sebesar $80\% \times 1,23 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,96 \text{ m}^3/\text{hari}$

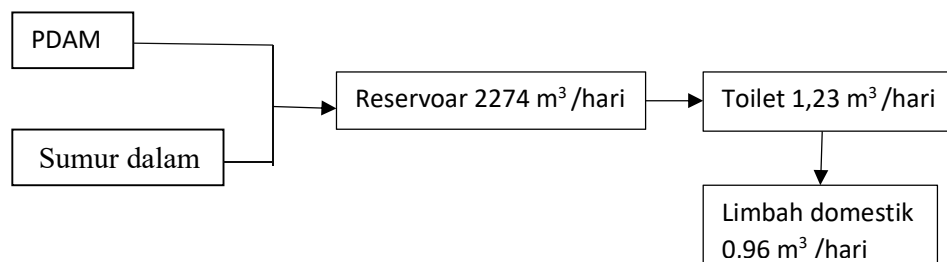
Penentuan Kapsitas resevoir di dapat dari meteram air yang berasal dari sumur dan PDAM seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.10 Meteran air

Bulan	stand meter air		
	awal	akhir	hasil
Januari	18942	24141	43083
Februari	24141	27592	51733
Maret	27592	31798	59390
April	31798	34569	66367
Mei	34569	38094	72663
Juni	38094	40956	79050
Juli	40956	44040	84996
Agustus	44040	48098	92138
September	40898	49399	90297
Oktober	21244	27176	48420
November	27176	32887	60063
Desember	32887	37786	70673
Total			818873
Rerata			68239

Sumber: Hasil Perhitungan 2018

Dari penentuan kapasitas reservoir setelah itu kita dapat menentukan kapasitas reservoir yang ada dari $68239 \text{ m}^3/\text{bulan} / 30 \text{ hari} = 2274 \text{ m}^3/\text{hari}$. Penggunaan air di terminal bandara Adi Sutjipto ini untuk kegiatan toilet seperti urinoir, water closet dan Lavatory. Sumber pemakaian air berasal dari sumur dalam dan PDAM dimana nanti akan di distribusikan ke reservoir lalu menyebar ke toilet bandara



Gambar 5.6 Neraca Air

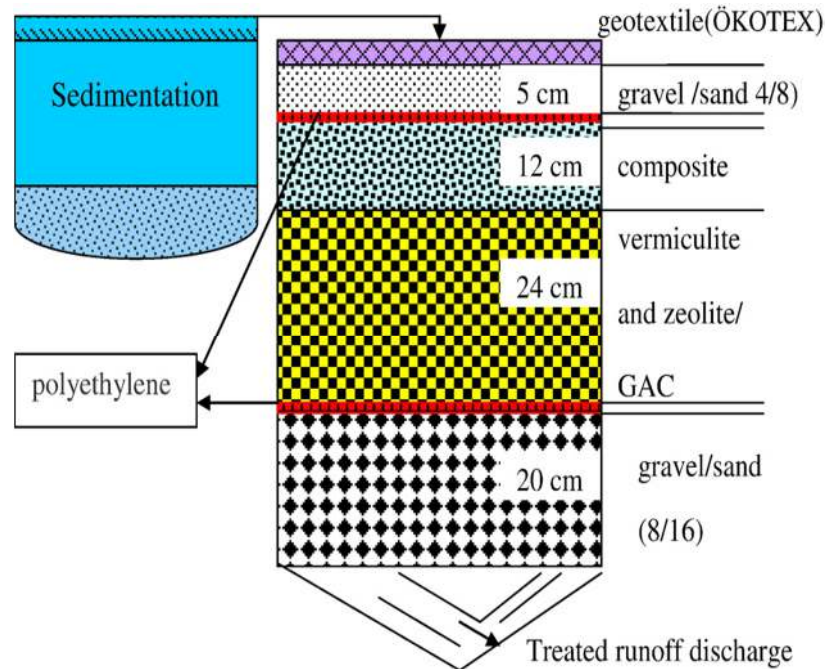
5.5 Kelemahan Rancangan *Rainwater Harvesting* Area Parkiran

Area tagkapan air hujan yang dipakai dalam perencanaan ini ialah berupa area parkiran, area parkiran biasanya menggunakan lapisan paving block dan aspal. Bahan-bahan seperti ini digunakan untuk area berupa parkir kendaraan roda empat. bahan-bahan ini diketahui juga lebih banyak mengalirkan air atau *runoff* sehingga untuk filtrasi lebih sedikit.

Rainwater Harvesting yang menggunakan *catchmen area* tertentu memiliki kualitas air hujan yang berbeda karena di pengaruhi oleh faktor lingkungannya. Seperti halnya ceceran oli yang terdapat pada area parkiran yang digunakan sebagai penangkapan air hujan ceceran oli pada area parkiran bisa terjadi karena ada permasalahan pada kendaraan dengan umur yang sudah tua sehingga banyak terjadi permasalahan seperti rembesan oli atau kendaraan yang kurang terawat dan ada kebocoran pada mesin. Oli yang bocor dan jatuh ke permukaan paving blok dapat mempengaruhi kualitas air hujan yang akan di tampung.

Catchmen area yang dipakai dalam *Rainwater Harvsting* di bandara Adi Sutjipto ialah area parkir kendaraan seperti yang diketahui pasti ada kemungkinannya ceceran oli yang ada di lahan parkir tersebut. Untuk lahan parkir yang digunakan memiliki sebagai penangkap air hujan memiliki kandungan tertentu. Ditinjau dari komposisi kimianya sendiri, oli adalah campuran dari hidrokarbon kental ditambah berbagai bahan kimia aditif. Oli bekas lebih dari itu, dalam oli bekas terkandung sejumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam dan korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsinogenik.(Eva, 2017)

Data dari sumber penelitian terdahulu dapat disimpulkan berapa terdapat *mineral oil* dan beberapa senyawa lainnya. Oleh karena itu diperlukannya penanganan dalam treatment limpasan air hujan area parkir yang akan di tampung. Untuk tambahan treatment yang diperlukan ada pada gambar di bawah ini :



Gambar 5.7 Treatment air hujan

Sumber: M. Fuerhacker et al. (2011)

Pada gambar di atas dapat dilihat susunan filter dari limpasan air hujan. Ringkasan mengenai pengurangan efluennya Influen konsentrasi minyak mineral berkisar dari bawah LOD ($0,1 \text{ mg L}^{-1}$) hingga $4,4 \text{ mg L}^{-1}$ dengan rata-rata dan nilai median setara 2 mg L^{-1} . Kecuali dalam satu peristiwa ($4,4 \text{ mg L}^{-1}$), konsentrasi influen minyak mineral adalah $\leq 3 \text{ mg L}^{-1}$. Konsentrasi limbah minyak mineral berada di bawah LOD ($<0.1 \text{ mg L}^{-1}$ atau $\leq 0.5 \text{ mg L}^{-1}$).

Efisiensi penghilangan rata-rata minyak mineral adalah N90% di semua ruang filter yang menunjukkan sangat baik kinerja perawatan perangkat perawatan filtrasi. Dalam sebuah karya oleh Birch dkk. [3], efisiensi penyisihan minyak mineral oleh zeolit-pasir filter moderat (50-75%) yang lebih rendah dari efisiensi ditentukan dalam penelitian ini.