

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan tempat penelitian

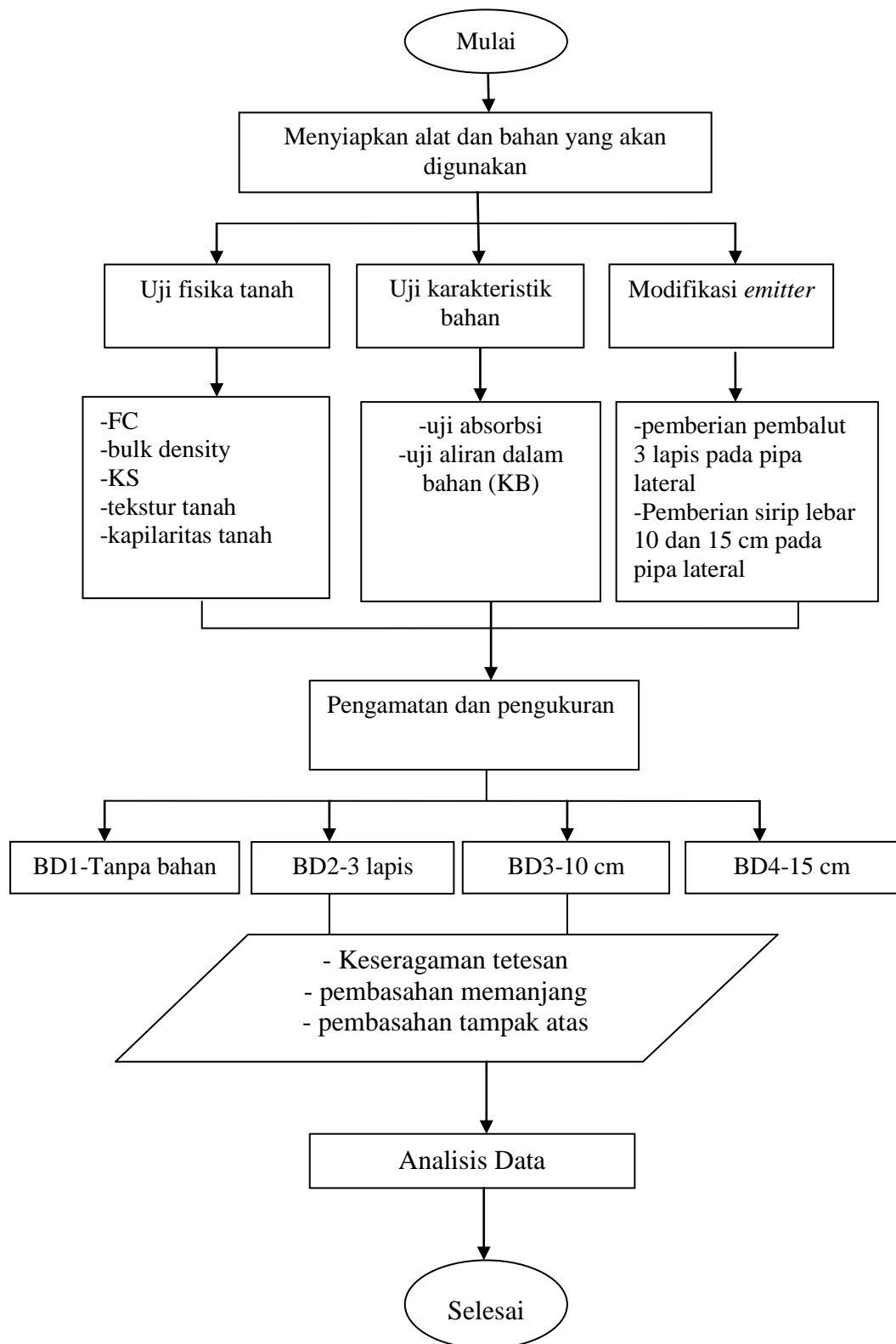
Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2011 di Lahan Pertanian Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

B. Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah pompa, pipa pompa, stopkran, kain *TC* (*totteron cotton*), alat pengukur tekanan, *volumetric water content tester*, tangki air, stop watch, timbangan digital, penggaris, gelas ukur, lem pipa, penyangga, cangkul, wadah sumber air, gelas plastik, *sock drat* (pipa T). Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah dan kain *TC*.

C. Metode penelitian

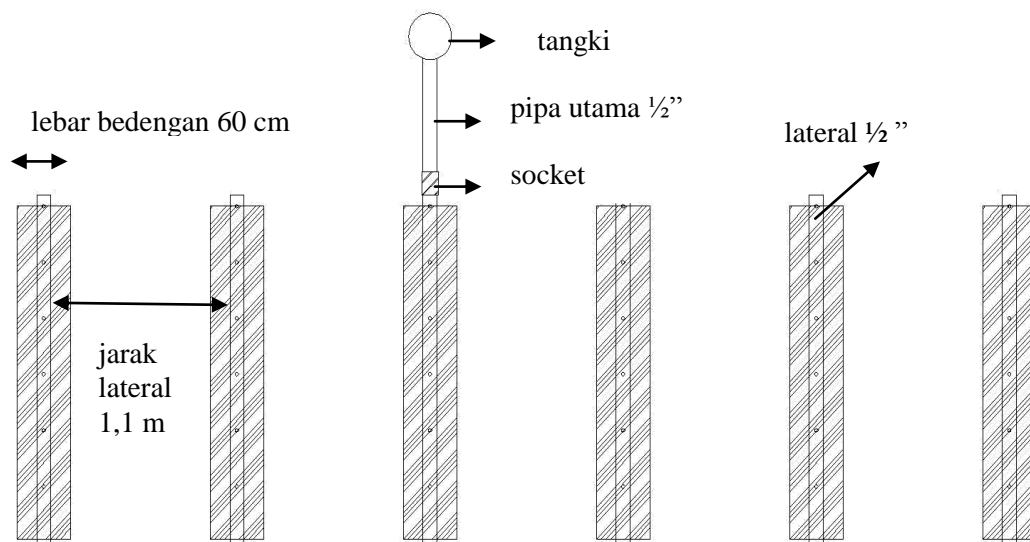
Pelaksanaan penelitian ini meliputi tahap pengumpulan alat dan bahan, uji fisika tanah, uji karakteristik bahan, modifikasi *emitter*, pengamatan dan pengukuran, dan analisis data. Pelaksanaan pengujian dilakukan sesuai dengan mekanisme kerja sistem irigasi tetes bawah permukaan tanah (*subsurface*). Diagram alir pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram alir modifikasi *inline emitter* sistem irigasi tetes bawah permukaan tanah (*subsurface*).

a. Skema tata letak sistem irigasi tetes bawah permukaan tanah (*subsurface*)

Sistem irigasi ini sebenarnya hampir sama dengan sistem irigasi tetes permukaan (*surface*), perbedaan terletak pada pemasangan pipa lateralnya. Sistem irigasi permukaan memberikan air irigasi berupa tetesan di permukaan tanah dan mengalirkan aliran air untuk menghasilkan pola pembasahan di atas permukaan tanah sedangkan (*subsurface*) di bawah tanah. Skema tata letak sistem irigasi bawah permukaan (*subsurface*) terlihat seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Skema tata letak sistem irigasi tetes *subsurface*.

Rancangan sistem irigasi tetes bawah permukaan tanah (*subsurface*)

menggunakan rancangan *single* lateral dengan penggunaan pipa lateral berjumlah 6 buah untuk mengalirkan air ke *emitter* yang ditimbun dibawah permukaan tanah dan tepat berada di bawah perakaran tanaman. Tujuannya agar pola pembasahan dapat optimal ke tanaman. Pipa-pipa lateral tersebut ditanam atau dikubur dengan membentuk bedengan dengan ketinggian bedengan 20 cm. Bagian hulu dan hilir

sudah diberi lubang galian untuk proses pengukuran kadar air tanah dan analisa profil pembasahan.

b. Rancangan penelitian

Perlakuan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah perlakuan dengan pemberian sirip 10 cm (S-10), sirip 15 cm (S-15), pembalut 3 lapis kain TC (3L) dan tanpa bahan (TB). Modifikasi yang dilakukan pada penelitian ini dengan pemberian sirip pada pipa lateral sepanjang 5 m dengan tujuan untuk menghasilkan distribusi aliran air yang seragam dan optimal disepanjang alur bedengan.

Sistem irigasi tetes pada penelitian ini memiliki jarak lateral dan penetes, yaitu 110 cm x 45 cm, dengan jumlah penetes (*emitter*) sebanyak 30 buah. Komponen sistem irigasi tetes yang dibuat terdiri atas:

- a. Penetes, *emitter* sebagai tempat keluarnya air pada pipa lateral.
- b. Lateral, bahan yang digunakan pada lateral ini adalah selang PE (Polyethylene) warna hitam berukuran 1/2' sebanyak 6 buah, pada masing-masing lateral terdapat 10 buah penetes dengan diameter (ϕ) 10 mm. Jarak antar penetes 45 cm.
- c. Pipa utama, selang ini digunakan untuk menyalurkan air dari sumber ke pipa-pipa distribusi. Selang yang digunakan adalah selang PVC berukuran 1/2".
- d. Tangki, digunakan sebagai wadah penampungan air dengan kapasitas 60 liter.
- e. Pipa *head* operasi berfungsi sebagai *head* operasi/tekanan operasi.
- f. Stopkran, berfungsi untuk mengatur besar aliran air yang akan di distribusikan ke pipa penetes.

- g. *Sock drat*, berfungsi untuk penyambung antar pipa utama dan lateral.
- h. Pompa yang digunakan adalah Merk Luckiness L-2400 dengan kapasitas 2400 L/H, dan daya 60 watt.
- i. *Volumetric water content tester*, digunakan dalam pengukuran kadar air tanah *volumetric*.

c. Pengujian rancangan sistem irigasi tetes bawah permukaan tanah (*subsurface*)

1. Uji karakteristik bahan

Uji karakteristik bahan dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari bahan yang akan digunakan pada penelitian ini. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kain jenis *TC (totteron cotton)*. Uji ini meliputi :

1.1 Uji absorpsi

Uji absorpsi dilakukan untuk mengetahui kemampuan bahan dalam menyerap air. Prosedur pengujiannya meliputi menyiapkan kain jenis *TC* ukuran 10 x 20 cm. Menimbang berat kering kainnya (BK), kemudian memasukkan kain ke dalam wadah berisi air sampai kain basah keseluruhan, lalu kain ditiriskan hingga air tidak menetes lagi, kemudian menimbang bobot basah kain (BB). Perhitungan uji absorpsi dapat menggunakan persamaan berikut :

$$Kb = \frac{(BB - BK)}{A}$$

Dalam hal ini :

Kb : Air yang terserap oleh bahan (gram/m²)

BK : Bobot kering kain (gram)

BB : Bobot basah kain (gram)

A : Luas bahan (m^2)

1.2 Uji laju aliran bahan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan maksimum aliran air pada bahan. Prosedur pengujiannya yaitu menyiapkan kain jenis *TC* ukuran 10 x 20 cm kemudian kain dicelupkan bagian ujungnya ke dalam wadah berisi air, diukur waktu pembasahan sampai air terbasahi keseluruhan.

Perhitungan uji laju aliran dalam bahan dapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$UL = P_b/t \dots\dots\dots(5)$$

Dalam hal ini ;

UL : Uji laju aliran dalam bahan (m^2/s)

P_b : Panjang bahan (m)

t : Waktu pembasahan kain (s)

2. Uji fisika tanah

Uji fisika tanah dimaksudkan untuk mengetahui sifat dan karakteristik tanah yang digunakan pada penelitian ini. Uji fisika tanah meliputi :

2.1 Uji kapilaritas tanah

Pengujian kapilaritas tanah pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kapilaritas tanah berdasarkan penggunaan perlakuan lapisan kain dan penggunaan tanpa kain. Prosedur pengujian meliputi beberapa hal yaitu

persiapan alat dan bahan yang digunakan meliputi kain *TC* ukuran 10 x 20 cm sebanyak 15 potong kain, botol minuman mineral sebanyak 9 buah, wadah air, tanah 2 karung, ayakan pasir/tanah ukuran 2 mm. Memotong bagian atas botol minuman mineral, kemudian diberi label berdasarkan perlakuan 2 lapis kain (UK2L), 3 lapis kain (UK3L) dan tanpa kain (UKTB). Menjemur tanah sampai kering lalu diayak menggunakan ayakan pasir/tanah ukuran 2 mm, kemudian dimasukkan ke dalam botol. Botol mineral yang telah berisi tanah dimasukkan kedalam wadah berisi air, lalu diukur laju ketinggian kapilaritas air yang naik sampai permukaan tanah pada botol dengan ulangan sebanyak 3 kali dan interval waktu yaitu 0, 0,25; 0,5; 1, 2, 3, 6, 12, 18, dan 24 jam.

2.2 Tekstur tanah

Tekstur tanah adalah susunan relatif dari tiga ukuran zarah tanah, yaitu pasir debu dan liat. Penentuan tekstur tanah menggunakan contoh tanah terganggu. Pengukuran dilakukan di Laboratorium Tanah, Jurusan Budidaya Tanaman Perkebunan, Politeknik Negeri Lampung.

2.3 Kapasitas lapang (FC)

Kapasitas lapang adalah persentase kelembaban yang ditahan oleh tanah sesudah terjadinya drainase dan kecepatan gerakan air ke bawah menjadi sangat lambat, keadaan saat air tanah tidak mampu lagi di absorsi oleh akar tanaman disebut sebagai titik layu permanen. Prosedur pengujian kapasitas lapang yaitu mengukur terlebih dahulu berat ring sampel kemudian pengambilan sampel tanah pada tanah atau lahan yang akan digunakan pada

penelitian dengan ring sampel, bagian bawah sampel tanah+ring ditutup dengan kain. Sampel tanah+ring kemudian direndam ke dalam wadah berisi air hingga jenuh, air akan naik secara kapiler hingga permukaan atas tanah. Sampel tanah+ring ditiriskan hingga tidak ada lagi air yang menetes. Sampel tanah+ring kemudian dioven pada suhu 105°C selama 48 jam, dimasukkan ke dalam desikator sampai dingin kemudian ditimbang. Menghitung nilai kapasitas lapang dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{FC} = \frac{\text{W2}-\text{W3}}{\text{W3}-\text{W1}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

Dalam hal ini ;

FC = Kapasitas Lapang (%)

W1 = Berat ring sampel (gram)

W2 = Berat ring+tanah setelah ditiriskan (gram)

W3 = Berat ring+tanah setelah ditiriskan, dioven $T = 105^{\circ}\text{C}$, $t = 48$ jam

(Tim dosen ilmu tanah, 2010).

2.4 Kerapatan isi (*bulk density*)

Kerapatan isi (*bulk density*) adalah bobot tanah kering oven (105°C) per satuan volume tanah dalam keadaan utuh yang dinyatakan dalam gram/cm^3 .

Prosedurnya yaitu pengambilan sampel tanah pada tanah atau lahan yang akan digunakan pada penelitian dengan ring sampel. Sampel tanah yang diambil ditimbang beserta tabungnya (bobot tabung dan bobot tanah basah). Sampel tanah dioven pada suhu 105°C selama 24 jam, oven dimatikan, dimasukkan ke dalam desikator kemudian ditimbang (bobot tanah kering+tabung).

Penghitungan kerapatan isi dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Kerapatan isi (bulk density)} = \frac{\text{Bobot kering tanah (gram)}}{\text{Volume tanah (cm}^3\text{)}} \dots\dots\dots(7)$$

Penghitungan bobot kering tanah:

Bobot kering tanah (gram) = bobot tanah kering + tabung (gram) - bobot tabung (gram).

Sedangkan untuk perhitungan volume tanah menggunakan persamaan :

$$V = 3,14 \times (d/2)^2 \times t \dots\dots\dots(8)$$

Dalam hal ini ;

D = diameter (cm)

T = tinggi tabung (cm)

V = Volume tabung (cm³)

(Tim dosen ilmu tanah, 2010).

3. Karakteristik penetes

Beberapa parameter yang digunakan dalam menguji karakteristik penetes adalah debit penetes, tekanan (*head*) operasi, hubungan debit penetes dengan *head* operasi yang dikenal dengan komponen emisi, koefisien variasi penetes, diameter penetes dan volume basah tanah (Karmeli *et al.s*, 1985).

a) Debit penetes (Q_e)

$$Q_e = V/t \dots\dots\dots(9)$$

Dalam hal ini:

Q_e = debit penetes (l /jam)

V = volume (liter)

t = waktu (jam)

b) *Head* operasi (H)

Head operasi (H) diambil dengan mengukur perbedaan antara permukaan air di tangki dengan ujung pengeluaran di penetes dengan perlakuan tekanan operasi atau *head* operasi 100 cm dan 200 cm.

c) Koefisien variasi penetes (Cv)

Koefisien variasi penetes adalah parameter statis yang merupakan pembandingan nilai standar deviasi penetes dengan rata-rata debit penetes, dari sejumlah sampel penetes yang diuji dengan *head* operasi yang sama (Nakayama and bucks, 1986).

$$CV = \frac{S}{Q_{avs}} \dots\dots\dots (10)$$

Dalam hal ini :

CV = koefisien variasi

S = standar deviasi

Q_{avs} = rata-rata debit (l /jam)

d) Eksponen debit (x)

$$Q_e = kH^x \dots\dots\dots(11)$$

Dalam hal ini :

Q_e = debit penetes (l /jam)

k = konstanta

H = *head* operasi (m)

x = eksponen debit

4. Karakteristik pipa

Elemen dasar untuk merancang pipa dalam sistem irigasi ini adalah menghitung kehilangan head sepanjang pipa oleh kait itu digunakan persamaan aliran dari Hasen willians untuk pipa lateral dan sekunder:

$$\Delta H_e = \frac{5,35 \cdot Q_e^{1,852} \cdot L}{D^{4,872}} \dots\dots\dots(12)$$

Dalam hal ini:

ΔH_e = kehilangan head sepanjang pipa lateral (m)

Q_e = debit total lateral (l/jam)

L = panjang pipa (m)

D = diameter dalam pipa (cm)

$$Q_L = Q_e \times n_e ; (1/\text{detik}) \dots\dots\dots(13)$$

Karmeli *et al* (1985) menyatakan bahwa untuk menghitung head pada pipa lateral pemasukan (*inlet*) ke ujung akhir (*end*) dapat menggunakan rumusnya :

$$H_{e(\text{inlet})} = H_e + 0,77 \cdot \Delta H_e \dots\dots\dots(14)$$

$$H_{e(\text{end})} = H_e - 0,23 \cdot \Delta H_e \dots\dots\dots(15)$$

Persamaan untuk menghitung debit di sepanjang pipa lateral adalah

$$\Delta Q = 100 \frac{(H_{e(\text{inlet})}^x - H_{e(\text{end})}^x)}{H_e^x} \dots\dots\dots(16)$$

Dalam hal ini:

ΔQ = deviasi debit di sepanjang pipa lateral (%)

$H_{e(\text{inlet})}$ = head pada pemasukan pipa lateral (m)

$H_{e(\text{end})}$ = head pada ujung akhir pipa lateral (m)

H_e = head pada penetes

x = ekspansi emisi

a. Prediksi panjang pipa lateral

Parameter laju debit spesifik (*specific discharge rate* = SDR), dapat digunakan dalam memprediksikan panjang pipa lateral

$$\text{SDR lateral (l /jam/m)} = \frac{\text{debit penetes (l/jam)}}{\text{jarak antar dua penetes}} \dots\dots\dots(17)$$

4. Kinerja sistem irigasi tetes

Nakayama dan Bucks (1986) mendefinisikan kriteria rancangan suatu sistem irigasi tetes dengan nilai kuantitatif dan variasi debit penetes yang digunakan sebagai dasar suatu rancangan.

Parameter yang biasa digunakan untuk melihat kinerja irigasi tetes adalah keseragaman emisi (EU).

$$\text{EU} = \frac{\text{Q}_{25\%}}{\text{Q}_a} \times 100\% \dots\dots\dots(18)$$

Dalam hal ini:

EU = keseragaman emisi

Q_{25%} = 25% debit penetes terkecil (l/jam)

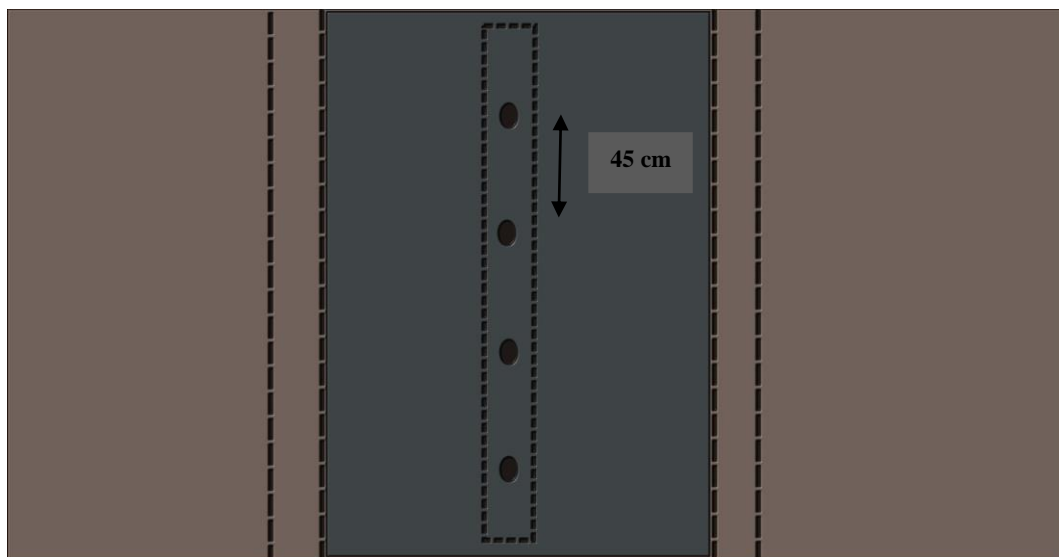
Q_a = rata-rata debit penetes (l/jam)

D. Pengamatan dan pengukuran

Pengamatan dan pengukuran dilakukan dengan mengamati kinerja sistem irigasi berikut ini:

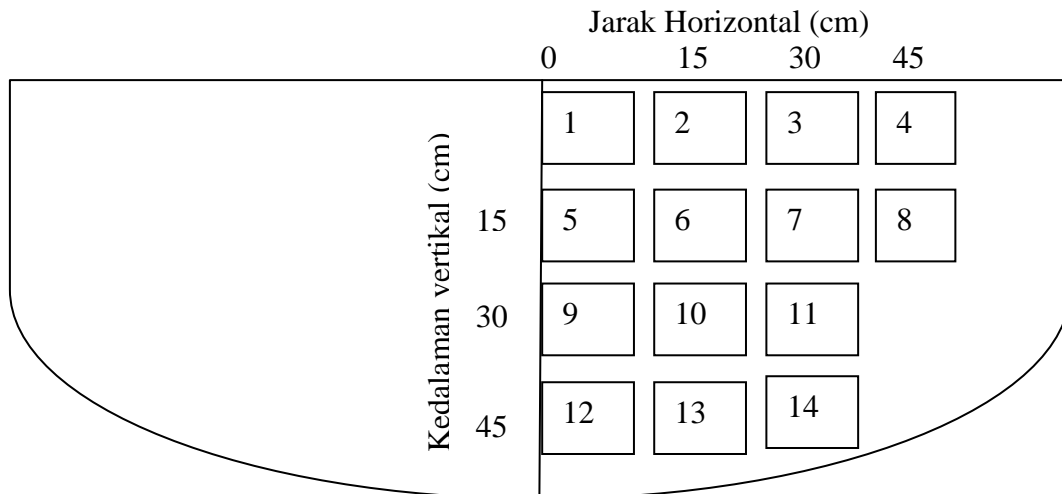
1. Perhitungan analisa koefisien dan eksponen debit penetes menggunakan Persamaan 13 dan 14.
2. Perhitungan kinerja sistem irigasi tetes dengan menggunakan Persamaan 14 dilakukan dengan perlakuan tinggi *head* operasi 100 cm dan 200 cm, panjang pipa lateral 5 meter dengan perlakuan tanpa bahan (TB), pembalut 3 lapis (3L), modifikasi sirip 10 cm (S-10) dan sirip 15 cm (S-15).
3. Analisa profil pembasahan yang dihasilkan

Pengamatan pola distribusi pembasahan tanah dilakukan dengan interval 0 cm, 15 cm, 30 cm dan 45 cm dengan lama pemberian air 1 jam meliputi tampak atas dan memanjang (Gambar 9) pada hulu dan hilir bedengan.



Gambar 9. Pengamatan distribusi pembasahan tampak atas dan memanjang.

Interval waktu pengambilan data sampel kadar air pola pembasahan tanah dilakukan dalam jangka waktu 15 menit, 30 menit, 60 menit, 24 jam, 48 jam dan 72 jam dengan mengambil data kadar air *volumetric* di 14 titik pengamatan di bagian hulu dan hilir bedengan (Gambar 10).



Gambar 10. Pengambilan nilai W pada tanah hasil pembasahan.

E. Analisis data

Data hasil pengamatan dan pengukuran dianalisis untuk mengetahui karakteristik hidraulik (hubungan antara tekanan-debit aliran), pola pembasahan yang dihasilkan, analisa keseragaman rancangan irigasi tetes (*emission uniformity*) pada perlakuan tanpa bahan, pembalut 3 lapis, sirip 10 cm, sirip 15 cm dengan beberapa tingkat *head* operasi.