

DESAIN JARINGAN IRIGASI MIKRO JENIS MINI SPRINKLER (KASUS DI LABORATORIUM OUTDOOR BALAI IRIGASI)

MICRO IRRIGATION NETWORK DESIGN TYPE OF MINI SPRINKLERS (CASE IN EXPERIMENTAL STATION FOR IRRIGATION OUTDOOR LABORATORY)

Oleh:

Dadang Ridwan^{*}), Alfi Bagus Prasetyo^{}), Marasi Deon Joubert^{*)}**

^{*}Peneliti Balai Irigasi, Pusat Litbang Sumber Daya Air, Badan Litbang PU

^{**}Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor

Komunikasi Penulis, email: dankridwan@gmail.com, alfibagusp@gmail.com, marasidj@yahoo.com

Naskah ini diterima pada 08 Juli 2014 ; revisi pada 22 Agustus 2014 ;

disetujui untuk dipublikasikan pada 11 Agustus 2014

ABSTRACT

Increasing of land use changing causes more limited agricultural land. Micro irrigation is one of the solutions to increase agricultural productivity on a limited land. This study aims to design a micro irrigation system using mini-sprinkler in limited area of outdoor laboratory in Experimental Station of Irrigation, Bekasi. The plant will be cultivated is tomato. The results of design calculations obtained micro sprinkler type that will be used is HADAR 7110 Inverted Rotor as much as 12 units, wetting diameter of 10,2 m, the distance between the lateral and sprinkler 5 m x 5 m. Irrigation water requirement is 26,25 mm/ application. Time of the maximum irrigation is 5,13 hours, with the maximum irrigation interval is 5 days. Total dynamic head (TDH) required is 28,66 m. Considering to fulfillment greater requirement, the selected pump will be has a 0,25 KW BHP, discharge 1,25 liter/second, with total head of 60 m.. Schedule of irrigation water supply is designed based on the needs of water per growth period between 2,22 to 5,07 hours with an interval of 3-5 days.

Keywords : micro irrigation, irrigation interval, headloss, mini sprinklers

ABSTRAK

Meningkatnya alih fungsi lahan menyebabkan lahan pertanian semakin terbatas. Irigasi mikro merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan produktivitas pertanian pada lahan yang terbatas. Tujuan penulisan ini untuk mendesain jaringan irigasi mikro menggunakan jenis mini sprinklers di laboratorium outdoor Balai Irigasi Bekasi. Tanaman yang akan dibudidayakan adalah tomat. Untuk memperhitungkan kebutuhan air didasarkan pada data primer dan data sekunder dan menggunakan bantuan software Cropwat 8.0. Jaringan irigasi mikro dirancang dengan jenis mini sprinklers model HADAR 7110 Inverted Rotor sebanyak 12 buah, diameter pembasahan 10,2 m, dengan jarak antar lateral dan sprinkler 5 m x 5 m. Kebutuhan air irigasi per aplikasi pemberian air adalah 26,25 mm. Waktu pemberian irigasi maksimum 5,13 jam, dengan interval irigasi maksimum 5 harian. Tinggi Tekanan Total (TDH) yang diperlukan sebesar 28,66 m. Pertimbangan pemenuhan kebutuhan TDH lebih besar, dipilih jenis pompa yang memiliki BHP sebesar 0,25 KW, debit pompa 1.25 liter/detik, dengan total head 60 m. Jadwal pemberian air irigasi dirancang berdasarkan kebutuhan air per periode pertumbuhan yang bervariasi antara 2,22-5,07 jam dengan interval 3-5 harian.

Kata kunci : irigasi mikro, interval irigasi, kehilangan tinggi tekan, mini sprinklers

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pola hidup manusia dari tahun ke tahun menyebabkan berubahnya alih guna lahan. Seperti yang terjadi pada lahan pertanian yang berubah menjadi lahan non pertanian diantaranya perumahan, lahan pabrik, ruko dan lain lain. Pandangan yang salah jika pertanian tidak dapat bersaing dan merupakan cara primitif untuk memajukan bangsa. Perkembangan sektor pertanian dapat dijadikan keunggulan untuk negara Indonesia yang semakin hari kebutuhan pangan masyarakat banyak semakin meningkat.

Alih guna lahan pertanian yang dari tahun ke tahun semakin bertambah menyebabkan lahan untuk bertanam semakin berkurang. Akibatnya sulit ditemui lahan pertanian yang luas dan hanya menyisakan lahan sempit atau sedikit. Oleh karena itu, dalam meningkatkan produktivitas hasil pertanian dengan lahan yang terbatas dapat diatasi dengan penggunaan irigasi mikro. Irigasi mikro sendiri terdiri atas beberapa jenis antara lain irigasi tetes, irigasi subsurface, irigasi mini sprinklers dan mikro sprayer. Penggunaan sistem irigasi mikro dalam penerapannya tidak membutuhkan lahan yang besar, serta dapat memanfaatkan sumber air yang seadanya.

Irigasi mikro dapat menjadi pilihan untuk meningkatkan produktivitas lahan kering. Sistem irigasi ini hanya mengaplikasikan air di sekitar perakaran tanaman. Irigasi mikro cocok diterapkan pada lahan kering, berpasir, berbatu atau sukar didatarkan dan cocok dan tepat diterapkan untuk tanaman ber- nilai ekonomis tinggi (*high value crop*). Irigasi mikro saat ini banyak dipakai, terutama di negara-negara maju yang menyadari bagaimana bernilainya air untuk kehidupan, karena sangat hemat pemakaiannya sesuai kebutuhan tanaman. Irigasi mikro saat ini sangat populer tidak hanya di terapkan pada daerah kering, tetapi di daerah perkotaan dan daerah-daerah basah dimana air bernilai mahal.

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mendesain jaringan irigasi mikro menggunakan mini sprinklers pada lahan terbatas di laboratorium *outdoor* Balai Irigasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Irigasi Mikro

Irigasi secara umum didefinisikan sebagai suatu proses menyadap/mengambil air dari sumbernya untuk keperluan pertanian guna memenuhi kebutuhan air tanaman (PP irigasi No.20, 2006).

Irigasi mikro adalah salah satu terobosan yang bisa dilakukan. Teknologi ini adalah suatu istilah bagi sistem irigasi yang mengaplikasikan air

hanya di sekitar zona penakaran tanaman. Irigasi mikro ini meliputi irigasi tetes (*drip irrigation*), *microsprayer* dan *mini-sprinkler* (Joko Wiyono, 2006). Ada beberapa jenis irigasi mikro, yaitu irigasi tetes (*drip irrigation*), *microsprayer*, dan *mini-sprinkler*. Masing-masing jenis irigasi tersebut dapat dibedakan berdasarkan tipe outlet atau pengeluaran air yang digunakan, yaitu: (1) irigasi tetes, meneteskan air melalui pipa berlubang dengan diameter kecil atau sangat kecil, (2) *micro-spray*, mencurahkan air di sekitar perakaran dengan diameter pembasahan 1-4 m, dan (3) *mini-sprinkler*, mencurahkan air di sekitar perakaran dengan diameter pembasahan hingga 10 m (BBP Mekanisasi Pertanian. 2008). Kesesuaian dan komposisi irigasi serta fasilitas pertanaman, sangat berpengaruh terhadap keberhasilan penyelenggaraan irigasi khususnya untuk menunjang pertanian dan penyiapan irigasi. Secara umum, karakteristik utama yang membedakan irigasi mikro dengan teknologi pemberian air bertekanan lainnya adalah besaran alirannya rendah, terlokalisasi, pembasahan permukaan dan volume tanah parsial (kontras dari pembasahan permukaan penuh pada irigasi *sprinkler*), aplikasi air yang sering dilakukan karena keterbatasan volume pembasahan air dan pemberian dengan tekanan air yang lebih rendah dibandingkan dengan irigasi *sprinkler*. Pada dasarnya kesesuaian dan komposisi irigasi dan fasilitas pertanaman, sangat berpengaruh terhadap keberhasilan penyelenggaraan irigasi khususnya untuk menunjang pertanian dan penyiapan irigasi.

2.2 Perencanaan Teknis Irigasi Mini

2.2.1 Faktor Rancangan

a. Sifat Tanah

Data sifat tanah diperlukan sebagai dasar perencanaan sistem irigasi *sprinkler*. Sifat tanah meliputi tekstur tanah, struktur tanah, berat jenis absolut, berat jenis spesifik, ruang pori, kapasitas menahan air, infiltrasi, permeabilitas tanah, ketebalan humus tanah dan kesesuaian tanah untuk pertumbuhan tanaman.

b. Kebutuhan Air Tanaman

Banyaknya air irigasi yang diberikan ditentukan berdasarkan kapasitas menahan air dari tanah yang menunjukkan jumlah air tanah tersedia serta penyerapan air oleh tanaman. Jumlah air tanah tersedia yang merupakan selisih antara kapasitas lapang dengan titik layu permanen. Air irigasi harus segera diberikan sebelum kadar air tanah mencapai titik layu permanen, yang disebut dengan deplesi lengas yang direkomendasikan (Balai Irigasi, 2009).

Tanaman tomat memiliki kedalaman akar antara 0,6 - 1,2 m, dan deplesi lengas tanah direkomendasikan sebesar 40-50% (Keller and Bliesner, 1990)

Total air tanah tersedia bagi tanaman merupakan jumlah dari air tanah tersedia pada semua lapisan tanah tempat pertumbuhan akar.

c. Interval pemberian air maksimum

Interval irigasi maksimum (I_{maks}) didapatkan dengan langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Perhitungan kedalaman bersih irigasi (d)

$$d = Sa \times p \times D \dots\dots\dots 1$$

Keterangan:

D = kedalaman akar efektif tanaman, dapat dilihat pada Tabel 3 (m)

Sa = Lengas Tanah tersedia, Titik layu permanen- Kapasitas Lapang (mm/m)

P = Deplesi lengas (%)

2. Perhitungan kedalaman kotor irigasi (dg)

$$dg = d/Ea \dots\dots\dots 2$$

Keterangan:

d = Kedalaman bersih irigasi (mm)

Ea = Efisiensi aplikasi irigasi sistem irigasi (%)

3. Perhitungan interval irigasi maksimum (I_{max})

$$I_{max} = d/Etc \dots\dots\dots 3$$

Keterangan:

d = Kedalaman bersih (mm)

Etc = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

4. Kebutuhan air irigasi kotor (Ig)

$$Ig = (I_{max} \times Etc) / Ea \dots\dots\dots 4$$

Keterangan:

I_{max} = Interval irigasi maksimum (hari)

Etc = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

Ea = Efisiensi aplikasi irigasi (%)

Ea diambil berdasarkan sistem irigasi yang digunakan, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 Daya menahan air dari berbagai tekstur tanah setiap unit kedalaman

Tekstur	Kapasitas Menahan Air	
	Kisaran (mm/m)	Rata-rata (mm/m)
Sangat kasar-pasir sangat kasar	33-62	42
Kasar-pasir kasar, pasir halus dan pasir berlempung	62-104	83
Agak kasar-lempung berpasir	104-145	125
Sedang-lempung berpasir sangat halus, lempung dan lempung berdebu	125-192	167
Agak halus-lempung berliat, lempung liat berdebu dan lempung liat berpasir	145-208	183
Halus-liatberpasir, liat berdebu dan liat	133-208	192
Gambut	167-250	208

Tabel 2 Perkiraan efisiensi irigasi (*Approximate application efficiency*)

System / Method	Ea (%)
Earth Canal Network Surface Method	40 - 50
Line Canal Network Surface Method	50 - 60
Pressure Piped Network Surface Method	65 - 75
Hose Irrigation System	70 - 80
Low-Medium Pressure Sprinkler System	75
Microsprinklers, Micro-jets, Minisprinklers	75 - 85
Drip Irrigation	80 - 90

Sumber : *Technical Handbook on Pressurized, FAO*

Tabel 3 Spasi maksimum irigasi sprinkler

Kecepatan Angin (km/jam)	Jarak antar pencurah sepanjang lateral (S1) (% diameter basah)	Jarak antar lateral (S2) (% diameter basah)
0	50	65
<6	45	60
7-12	40	50
>13	30	30

Sumber: Glenn O Schwab et.al, 1995

c. Penentuan Spesifikasi Mini sprinklers

1. Laju pemberian air

$$I = \frac{q}{S_1 \times S_2} \times 3600 \dots\dots\dots 5$$

Keterangan:

- I = laju penyiraman (mm/jam)
- q = debit pencurah (m³/jam)
- S₁ x S₂ = jarak pencurah pada manifold dan antar lateral (m)

Jarak pencurah pada *manifold* dan antar lateral dapat diketahui dengan memperhitungkan kecepatan angin seperti pada Tabel 3.

2. Waktu Operasi (t)

Waktu atau lama pemberian air irigasi per aplikasi dapat diperhitungkan dari kebutuhan air irigasi dibagi dengan laju pemberian air irigasi, dengan persamaan :

$$t = \frac{dg}{I} \dots\dots\dots 6$$

Keterangan:

- t = waktu operasi
- dg = kedalaman air irigasi kotor = kebutuhan air irigasi (mm)
- I = laju penyiraman (mm/jam)

Untuk memastikan tidak terjadi *runoff*, dilakukan kontrol dengan persamaan (Sapei A, 2006):

$$\text{Kontrol run off} = \frac{\text{laju pemberian air}}{\text{laju infiltrasi}} < 1$$

Dalam pelaksanaan, penyiraman dapat diberikan berdasarkan kebutuhan setiap kedalaman akar, sesuai dengan periode pertumbuhan tanaman.

d. Perancangan Hidrolika Pipa

1. Kehilangan Head

Kehilangan head (*headloss*) disebabkan akibat terjadi gesekan (*major losses*) ataupun akibat penyempitan dan belokan pipa (*minor losses*). Kehilangan *head* akibat gesekan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Sapei A, 2006):

$$Hf1 = J \times F \times (L/100) \dots\dots\dots 7$$

Keterangan:

- Hf1 = kehilangan head akibat gesekan (m)
 - J = gradien kehilangan head (m/100 m)
 - F = koefisien reduksi
 - L = panjang pipa (m)
- Kehilangan *head* akibat belokan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Sapei A, 2006):

$$Hf2 = k_m \left(\frac{v^2}{2g} \right) \dots\dots\dots 8$$

Keterangan:

- k_m = Koefisien kehilangan akibat sambungan/belokan
- v = Kecepatan aliran (m/ detik)
- g = Percepatan gravitasi (m²/ detik)

Sedangkan untuk kehilangan *head* akibat penyempitan diameter pipa dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Klaas Dua K.SY.2009):

$$Hf2 = k_m \left(\frac{(v_2 - v_1)^2}{2g} \right) \dots\dots\dots 9$$

Keterangan:

- k_m = Koefisien kehilangan akibat penyempitan diameter (tiba-tiba)
- v₁ = Kecepatan aliran di pipa *manifold* (m/detik)
- v₂ = Kecepatan aliran di pipa lateral (m/detik)
- g = Percepatan gravitasi (m²/s)

Kehilangan *head* pada sub unit (ΔPs)

- ΔPs = 20% x Ha 10
- ΔHl = 0.55 ΔPs ± Z lateral 11
- ΔHm = 0.45 ΔPs ± Z manifold 12

Keterangan:

- ΔPs = kehilangan *head* yang diijinkan pada sub-unit (m)
- ΔHl = kehilangan head yang diijinkan pada lateral (m)
- Ha = tekanan operasi rata-rata sprinkler (m)
- ΔHm = kehilangan head yang diijinkan pada *manifold* (m)

$Z_{lateral}$ = perbedaan elevasi sepanjang lateral (m)
 $Z_{manifold}$ = perbedaan elevasi sepanjang manifold (m), (-):elevasi menurun, (+): elevasi menaik

Sehingga, kebutuhan *total dynamic head* (TDH) yaitu (Sapei A, 2006):

$$H_a + H_{f1} + H_{f2} + H_v + E + SH + H_s \dots\dots\dots 13$$

Dimana tekanan operasi sprinkler (H_a) untuk perencanaan dapat diketahui dari spesifikasinya, tinggi kecepatan (H_v) nilainya jarang melebihi 0,3 m/detik dan dapat diabaikan karena kecepatan aliran dalam suatu sistem irigasi sprinkler jarang melebihi 2,5 m/detik, nilai Topografi (E) bernilai 0 akibat perencanaan dilakukan di lahan berelevasi sama, SH dan faktor keamanan (H_s) besarnya 20% dari total kehilangan tekanan yang terjadi pada pipa. Sehingga dapat dihitung kebutuhan total tinggi head.

2. Perhitungan Kapasitas Pompa

Besarnya tenaga yang diperlukan untuk pemompaan sebesar 0.135 kW dengan menggunakan rumus perhitungan dibawah ini.

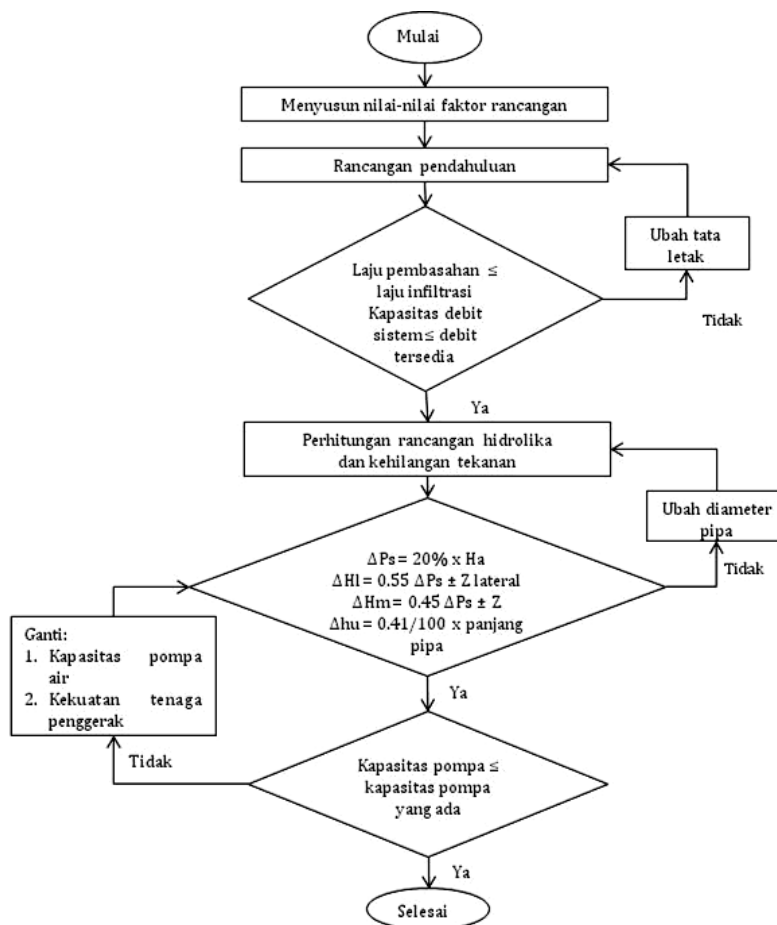
$$BHP = (Q \times TDH) / (C \times 0.8 \times E_p) \dots\dots\dots 14$$

Keterangan:

- BHP = tenaga penggerak (kW)
- Q = debit (liter/detik)
- TDH = *Total Dinamic Head* (m)
- C = Faktor konversi sebesar 102
- E_p = efisiensi pemompaan (%)

III. METODOLOGI

Perencanaan ini dilakukan dalam skala laboratorium lapangan, di Laboratorium outdoor Balai Irigasi. Data yang digunakan yaitu terdiri dari data primer yaitu data hasil pengukuran luas lahan menggunakan alat surveying RTK (*Real Time Kinematic*) serta data sekunder yaitu data stasiun klimatologi Balai Irigasi Bekasi yang berupa data suhu, kecepatan angin, lama penyinaran matahari, serta data curah hujan. Untuk mempermudah perhitungan digunakan bantuan *software Cropwat 8.0* serta *Surfer 9*. Dalam perencana teknis hidroliknya, dilakukan berbagai tahap.



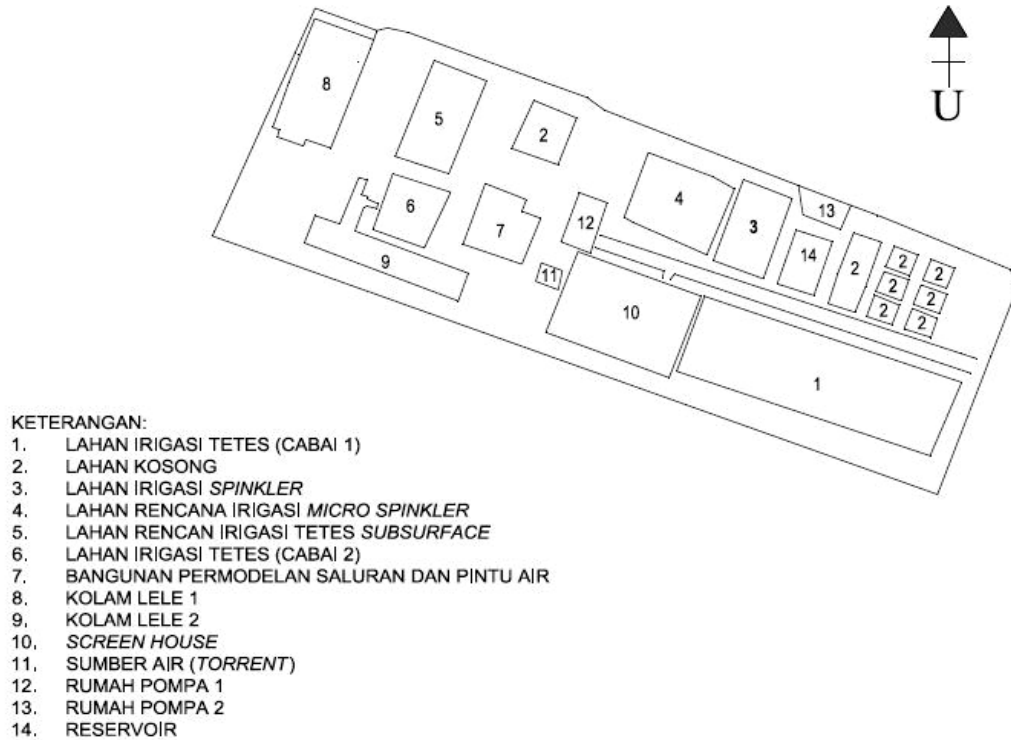
Gambar 1 Diagram alir prosedur perencanaan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

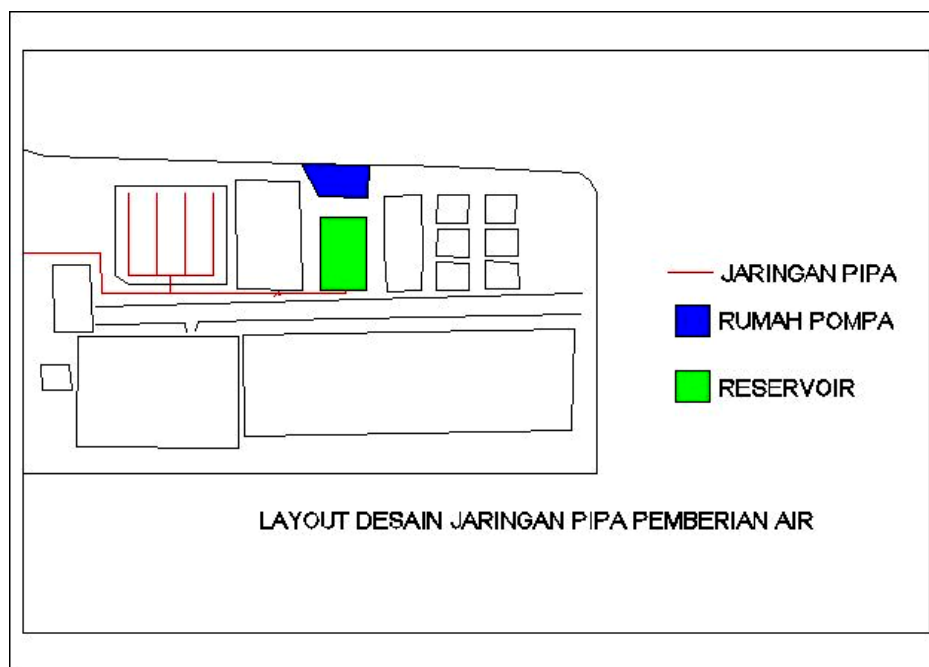
3.1 Gambaran Lokasi

Lokasi penerapan, direncanakan di komplek laboratorium outdoor Balai Irigasi, Jalan Cut Meutiah, Bekasi 17113. Sumber air berasal dari

Tarum Barat yang di tampung pada reservoir terlebih dahulu, kemudian dari reservoir di alirkan dan didistribusikan melalui jaringan irigasi sprinkler. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Peta Situasi Laboratorium Outdoor Balai Irigasi Bekasi



Gambar 3 Layout jaringan pipa

3.2 Perhitungan Kebutuhan Air

3.2.1 Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah menunjukkan terdiri dari unsur pasir 24,33%, debu 54,67% dan liat 21 %, dengan Pf 1 sebesar 43,07 % volume, Pf 2 sebesar 32,47 % volume , Kapasitas Lapang Pf 2.54 sebesar 27,93 % volume, dan Titik Layu Permanen Pf 4,2 sebesar 20,37 % volume (BPT.Laboratorium Fisika Tanah, 2011). Infiltrasi berdasarkan data pengujian lapangan diperoleh sebesar 5,23 mm/jam (Balai Irigasi, 2011).

3.2.2 Kebutuhan air Irigasi

Rencana tanaman yang akan dibudidayakan adalah tomat. Kebutuhan air tanaman tomat dihitung berdasarkan hari setelah tanam (HST).

Dengan menggunakan Persamaan 2.1 Untuk mendapatkan kebutuhan air tanaman maka ETo dikalikan dengan koefisien tanaman (Kc) yang diperoleh dari FAO

$$Etc = ETo \times Kc \dots\dots\dots 15$$

Keterangan:

Etc = Evapotranspirasi tanaman (mm/hari)

Kc = Koefisien tanaman

Evapotranspirasi menggunakan ETo acuan, berdasarkan hasil perhitungan Cropwat 8. Seperti pada Tabel 4. dan diperoleh nilai kebutuhan air tanaman (Etc) pada Tabel 5.

Banyaknya air irigasi yang diberikan ditentukan berdasarkan kapasitas menahan air dari tanah

yang menunjukkan jumlah air tanah tersedia serta penyerapan air oleh tanaman. Jumlah air tanah tersedia yang merupakan selisih antara kapasitas lapang dengan titik layu permanen. Air irigasi harus segera diberikan sebelum kadar air tanah mencapai titik layu permanen, yang disebut dengan deplesi lengas yang direkomendasikan. Nilai deplesi (p) yang direkomendasikan dapat dilihat pada Tabel 6. Nilai-nilai sebagai faktor rancangan di sajikan pada Tabel 7.

3.3 Penentuan Jenis Mini sprinklers

Rancangan pendahuluan dilakukan dengan penentuan mini sprinklers. Jenis mini sprinklers yang dipilih disesuaikan dengan jenis tanaman. Tanaman yang akan ditanam yaitu tanaman tomat. Spesifikasi mini sprinklers yang akan digunakan seperti pada Tabel 8.

Penentuan jarak antar mini sprinkler dan jarak antar lateral memperhitungkan kecepatan angin di Balai Irigasi Bekasi sesuai Tabel 8. Dengan menggunakan debit mini sprinkler sebesar 128 liter/jam serta jarak pencurah dan lateral 5 x 5 meter didapatkan besarnya laju pemberian air melalui Persamaan 2.6. Selain itu, waktu operasi juga sudah dapat diketahui dengan menggunakan Persamaan 2.7.

Berdasarkan data infiltrasi tanah sebesar 5,23 mm/jam dan laju penyiraman sebesar 5,12 mm/jam, pada saat pemberian air tidak akan terjadi *run-off*, hal ini ditunjukkan dengan hasil perhitungan kontrol *run-off* sebesar 0,97 <1.

Tabel 4 Besar evapotranspirasi acuan (ETo)

Month	Avg Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun %	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	29,5	88	6,69	24	14,2	3,32
February	30,0	89	5,56	30	15,5	3,52
March	30,4	88	6,19	40	17	3,88
April	30,8	87	4,91	44	16,7	3,8
May	30,8	85	4,19	47	15,8	3,62
June	30,8	85	5,10	48	15,1	3,49
July	30,6	85	4,97	53	16,2	3,7
August	31,1	83	5,97	69	20,3	4,6
September	31,1	84	5,57	56	19,5	4,48
October	31,3	87	5,55	48	18,7	4,33
November	30,7	89	4,61	35	16,3	3,77
December	30,2	89	5,38	35	16,2	3,69
Average	30,61	86,58	5,39	44.08	16,79	3,85

Sumber: Hasil Perhitungan menggunakan software Cropwat 8.0

Tabel 5 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air

Fase Pertumbuhan	Kedalaman Akar (m)	K _c	ET _c (mm/hr)
Awal (<i>Initial</i>) hari 0-15	0,1	0,6	2,76
Perkembangan tanaman (<i>Crop Development</i>) hari 15-30	0,4	0,91	4,19
Pertengahan musim (<i>Mid season</i>) hari 30-80	0,6	0,97	4,46
Menjelang panen (<i>Late and harvest</i>) hari 80-130	0,6	0,7	3,22

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 6 Depleksi lengas yang direkomendasikan

P (%)	Kedalaman Akar
25-40	Tanaman dengan perakaran dangkal (<0.8 m)
40-50	Tanaman dengan perakaran sedang (0,8-1,5 m)
50	Tanaman dengan perakaran dalam (>1,5 m)

Sumber: Keller and Blieser, 1990

Tabel 7 Hasil Perhitungan Faktor Rancangan

Faktor Rancangan	Hasil
Kebutuhan air tanaman (Etc) max	4,46 mm/hari
Kedalaman bersih (d)	22,68 mm
Kedalaman kotor (dg)	26,68 mm
Interval irigasi maksimum	5 hari
Kebutuhan air irigasi /aplikasi pemberian air	26,25 mm

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 8 Spesifikasi mini sprinkler

Spesifikasi	Nilai
Jenis/Tipe mini sprinkler	HADAR 7110 Inverted Rotor
Diameter nozzle	1,6 mm
Tekanan operasi	2 bar
Debit	128 liter/jam
Diameter pembasahan	10,2 m
Jarak antar mini sprinkler	5 m
Jarak antar lateral	5 m

Tabel 9 Hasil Perhitungan Rancangan Tata Letak

Parameter	Hasil
Laju pemberian air	5,12 mm/jam
Waktu operasi	5,13 jam

3.4 Perancangan Hidrolika Pipa

Diameter pipa ditentukan berdasarkan kehilangan tekanan yang diijinkan, yaitu diameter yang memberikan tekanan lebih kecil pada debit aliran yang diinginkan. Perhitungan kehilangan tekanan akibat friksi harus mengacu pada *lay out* jaringan yang sudah direncanakan sebelumnya. Dimensi dan panjang pipa yang digunakan pada masing-masing jaringan pipa utama, jaringan pipa sub utama dan di jaringan pipa lateral harus diidentifikasi. Outlet pipa juga harus diidentifikasi

untuk menentukan koefisien reduksi multi *outlet* dapat dilihat pada Tabel 10.

Dengan menggunakan persamaan 2.8 maka didapatkan besarnya nilai kehilangan head akibat gesekan. Kehilangan head yang terjadi selain akibat gesekan, juga terjadi pada sambungan pipa dan penyempitan diameter pipa. Dengan menggunakan persamaan 2.9 dan 2.10, kehilangan head akibat sambungan/belokan dan penyempitan diameter dapat diketahui.

Tabel 10 Hasil perhitungan kehilangan tekanan akibat gesekan

Posisi	Debit (Q)	Panjang pipa (L)	Diameter (D)		J (m)	Koeff.reduksi Multi outlet (F) ^a	L/100	Head Loss
	Liter/detik	Meter	Mm	inch				
Pipa sub utama	0,42	15	25,4	1	3,671	0,376	0,15	0,21
Pipa lateral	0,1	15	16	0,63	2,312	0,52	0,15	0,18
							HF1 total	0,39

Tabel 11 Koefisien kehilangan head pada belokan pipa

Dinding	α				
	15 ^o	30 ^o	45 ^o	60 ^o	90 ^o
Halus	0,042	0,130	0,236	0,471	1,129
Kasar	0,062	0,165	0,320	0,684	1,265

Tabel 12 Koefisien kehilangan head pada penyempitan diameter pipa

D ₂ /D ₁	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
k _m	0,50	0,45	0,42	0,39	0,36	0,33	0,28	0,22	0,15	0,06	0,00

Tabel 13 Hasil perhitungan kehilangan tekanan akibat sambungan/belokan

Posisi	Sambungan L (buah)	Sambungan T (buah)	Debit (liter/detik)	k _m	Kecepatan Aliran (m/detik)	Hf2	
Pipa Sub utama	2	3	0,42	1,129	0,82	0,039	
Pipa Lateral	2	0	0,1	1,129	0,49	0,028	
						hf2 Total	0,067

*Nilai k_m didapat berdasarkan buku "Design Jaringan Pipa" oleh Dua K.S.Y. Klaas pada Tabel 10

Tabel 14 Hasil perhitungan kehilangan tekanan akibat perubahan diameter

Posisi	Debit (liter/detik)	k _m	Kecepatan Aliran 1 (m/detik)	Kecepatan Aliran 2 (m/detik)	Hf2	
Pipa Sub utama ke Pipa Lateral	0,42	1,129	0,82	1,04	0,00057	
					hf2 Total	0,00057

*Nilai k_m didapat berdasarkan buku "Design Jaringan Pipa" oleh Dua K.S.Y. Klaas pada Tabel 11

Tabel 15 Hasil perhitungan kehilangan head pada sub unit

Parameter	Hasil	
Kehilangan head pada sub unit	Ha	20,0975
	ΔP_s ijin	4,0195
	ΔP_s	0,45
Kehilangan head (hf) pada lateral	ΔH_l ijin	4,21
	ΔH_l	0,336

Kehilangan head pada sub unit (ΔP_s) dibatasi tidak lebih dari 20% dari tekanan operasi rata-rata sistem. Kehilangan head (hf) harus lebih kecil atau sama dengan ΔH_l , demikian juga halnya pada manifold (pembagi) kehilangan headnya (hf) harus lebih kecil atau sama dengan ΔH_m . Tekanan inlet lateral yang tertinggi diambil sebagai outlet pada sub unit. Dimana tekanan operasi sprinkler

(Ha) untuk perencanaan dapat diketahui dari spesifikasinya, tinggi kecepatan (Hv) nilainya jarang melebihi 0,3 m/det, nilai Topografi (E) bernilai 2m, SH dan faktor keamanan (Hs) besarnya 20% dari total kehilangan tekanan yang terjadi pada pipa. Sehingga dapat dihitung kebutuhan total tinggi head.

3.5 Desain Layout Jaringan Pipa

Lahan yang akan digunakan untuk perencanaan irigasi mikro spinkler yaitu pada nomor 4 yang berukuran 21x17 m. Lahan yang telah ditentukan kemudian dibuat layout jaringan perpipaan. Dapat dilihat pada Gambar 4.

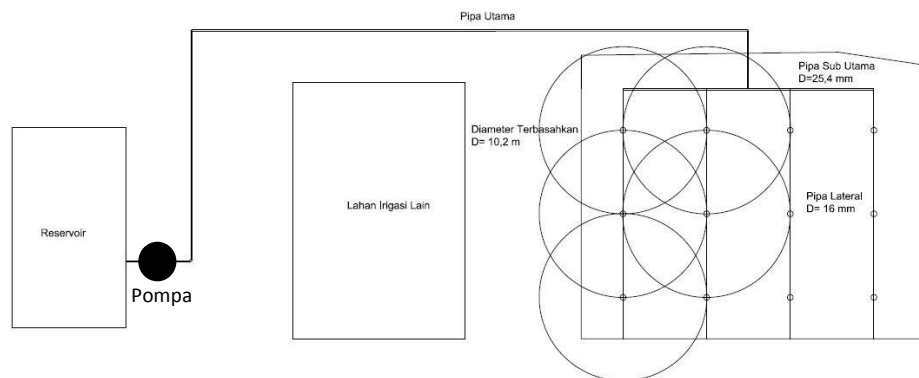
Air irigasi yang digunakan berasal dari Saluran Tarum Barat yang ditampung kedalam reservoir. Dari reservoir, dialirkan menggunakan tenaga bantuan pompa.

3.6 Penentuan Spesifikasi Pompa

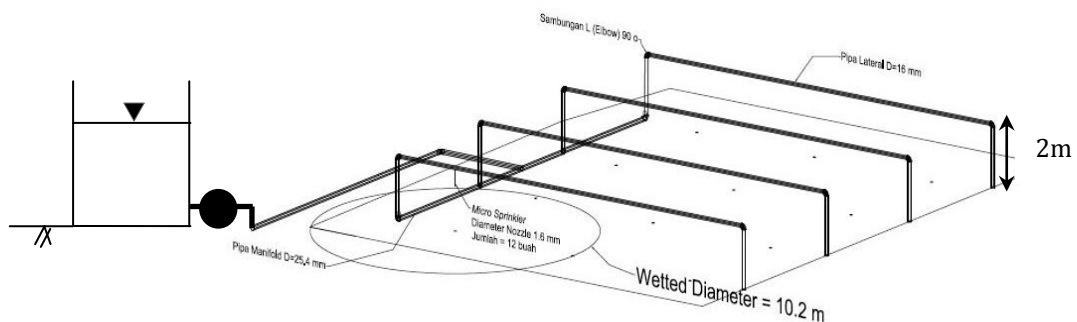
Nilai total tinggi tekanan atau TDH sebesar 28,66 m, didapatkan nilai BHP sebesar 0,135 kW pada debit maksimal sebesar 0,42 liter/detik. Dengan mempertimbangkan pemenuhan kebutuhan yang akan datang dipilih jenis pompa dengan TDH lebih besar, yaitu dengan nilai BHP sebesar 0,25 KW, debit pompa 1,25 liter/detik, dengan total head 60 m, seperti pada tabel 17.

Tabel 16 Parameter dan hasil perhitungan rancangan hidrolika

Parameter rancangan hidrolika	Nilai
Tekanan operasi mini sprinkler	20,39 m
Tinggi kecepatan (Hv)	0,03 m
Headloss Mayor (Hf)	0,39 m
Suction Head (SH)	+1 m
Headloss Minor (Hm)	0,06757 m
Faktor keamanan (Hs)	20% dari (Hf+Hm)
Tinggi riser	2m
Total Dynamic Head (TDH)	28,66 m



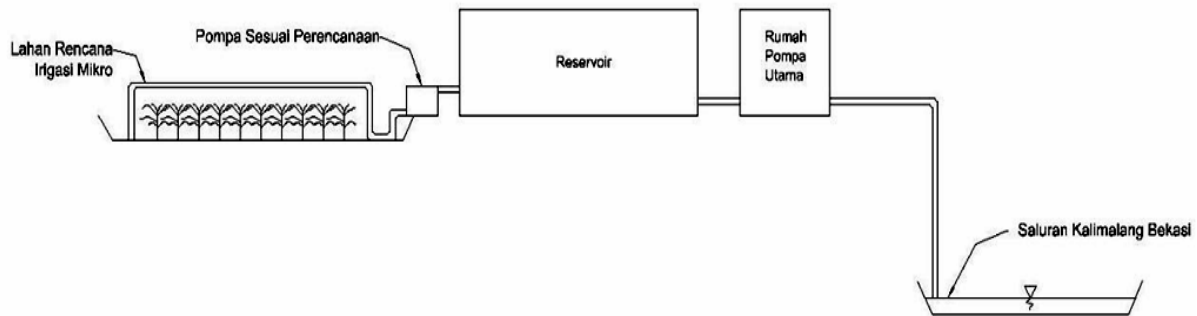
Gambar 4 Layout detail jaringan irigasi mini sprinklers



Gambar 5 Tampak layout jaringan irigasi

Spesifikasi pompa diatas telah mencukupi kebutuhan air untuk irigasi mini sprinkler di Laboratorium Balai Irigasi. Tekanan total yang sudah direncanakan sebesar 28,66 m telah tercukupi dengan spesifikasi pompa yang

memiliki tekanan total hingga 60 m. Sedangkan pada nilai besarnya tenaga yang di perlukan untuk pemompaan sebesar 0,20 kW sudah tercukupi dengan besarnya tenaga pompa sebesar 0,25 kW.



Gambar 6 Skema pemberian air irigasi

Tabel 17 Spesifikasi Pompa yang digunakan

Parameter	Hasil
BHP	0,250 Kw
Model	PC-260/268 BIT
Debit pompa (kapasitas pompa) max	75 liter/ menit atau 1,25 liter/ detik
Total Head (m)	60 m

3.7 Jadwal Pemberian Air Irigasi

Jadwal pemberian air irigasi menjadi sangat penting apabila luas areal yang akan dialiri mempunyai keterbatasan kemampuan pompa dalam menggerakkan *sprinkler head*. Waktu pengoperasian yang dibutuhkan untuk

pemberian air irigasi sesuai dengan besarnya kebutuhan air tiap periode pertumbuhan tanaman. Perhitungan penjadwalan pemberian air irigasi, dimulai dengan menghitung kebutuhan air tanaman serta memperhitungkan kedalaman akar berdasarkan fase pertumbuhan.

Tabel 18 Kedalaman akar berdasarkan fase pertumbuhan tomat

Fase Pertumbuhan	Kedalaman Akar (m)	K _c	ET _c (mm/hr)
Awal (<i>Initial</i>) hari 0-30	0,1	0,6	2,76
Perkembangan tanaman (<i>Crop Development</i>) hari 31-70	0,4	0,91	4,19
Pertengahan musim (<i>Mid season</i>) hari 71-115	0,6	0,97	4,46
Menjelang panen (<i>Late and harvest</i>) hari 116-146	0,6	0,7	3,22

Sumber : FAO

Tabel 19 Jadwal pemberian air irigasi curah

Fase pertumbuhan	Interval (hari)	Waktu pemberian air (jam)
Awal (<i>Initial</i>)	8	5,07
Perkembangan tanaman (<i>Crop Development</i>)	5	4,81
Pertengahan musim (<i>Mid season</i>)	5	5,13
Menjelang panen (<i>Late and harvest</i>)	3	2,22

Sumber : Hasil Perhitungan

IV. KESIMPULAN

1. Desain jaringan irigasi mikro dirancang dengan jenis mini sprinklers model HADAR 7110 Inverted Rotor sebanyak 12 buah, diameter pembasahan 10,2 m, dengan jarak antar lateral dan sprinkler 5 m x 5 m.
2. Kebutuhan air irigasi per aplikasi pemberian air sebesar 26,25 mm. Waktu pemberian irigasi maksimum 5,13 jam, dengan interval irigasi maksimum 5 hari.
3. Tinggi Tekanan Total (TDH) yang diperlukan sebesar 28,66 m. Pertimbangan pemenuhan kebutuhan TDH lebih besar, dipilih jenis pompa yang memiliki BHP sebesar 0,25 KW, debit pompa 1,25 liter/detik, dengan total head 60 m.
4. Dibutuhkan spesifikasi pompa yang memiliki tekanan total lebih atau sama dengan 29 m, dengan tenaga pompa 0,20 Kw. Pada perencanaan kali ini digunakan pompa yang memiliki tekanan total mencapai 60 m. Tenaga pompa 0,25 Kw.
5. Waktu pemberian air irigasi berdasarkan periode tanam bervariasi antara 2,22-5,07 jam dengan interval 3-5 hari.

V. DAFTAR PUSTAKA

Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian* Vol 30. No. 3. 2008. Kemarau Datang, Irigasi Mikro pada Lahan Kering Jadi Pilihan. Situgadung, Legok, Tangerang.

[Balai Irigasi] Tim Balai Irigasi. 2009. *Perencanaan Teknis Jaringan Irigasi Curah*. Bekasi. Balai Irigasi.

[Balai Irigasi] Tim Balai Irigasi. 2011. *Laporan Kajian Penerapan Irigasi Mikro*. Bekasi. Balai Irigasi.

[FAO. 2000. *Technical Handbook on Pressurized Irrigation Techniques*. Rome. Food and Agriculture Organization of The United Nation

Keller and Bliesner. 1990. *Sprinkler and Trickler Irrigation*. New York. Van Nostrand Reinhold

Klaas Dua K.S.Y. 2009. *Desain Jaringan Pipa Prinsip Dasar dan Aplikasi*. Bandung. Mandar Maju.

[Lab.Fisika Tanah]. 2011. *Hasil Analisis Contoh Fisika Tanah*. Bogor. Balitbangtan.

Pemerintah Republik Indonesia. 2006. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 2006 tentang Irigasi*. Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta.

Sapei, A. 2006. *Irigasi Curah (Sprinkler Irrigation)*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.

Schwab, Glenn O et al. 1995. *Soil and Water Managements System, 4th Edition*. New York. Wiley.

Wiyono, J. 2006. Kemarau Datang Irigasi Mikro pada Lahan Kering Jadi Pilihan. *Tabloid Sinar Tani* tanggal 23 Agustus 2006.