

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

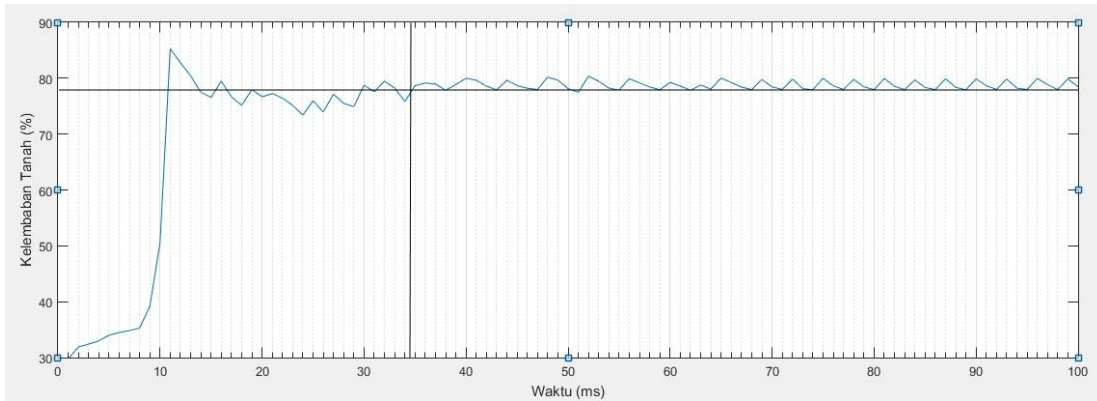
Hasil dan pembahasan dilakukan dengan melakukan pengujian sistem secara menyeluruh. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai yang diinginkan dengan spesifikasi desain. Pengujian dilakukan dengan membandingkan tanah media tanaman yang diberikan pompa air otomatis dengan media tanah yang tidak diberi pompa tanah. Pengujian pada sistem ini meliputi beberapa hal, yaitu :

1. Pengujian waktu eksekusi sistem
2. Pengujian kelembaban tanah dan pH tanah dengan pompa air otomatis
3. Pengujian kelembaban tanah dan pH tanah tanpa pompa air otomatis

4.1. Pengujian waktu eksekusi sistem

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan waktu respon dari aktuator terhadap plant yang disediakan untuk mendapatkan nilai *sttling time* (T_s), maksimum *overshoot*, dan *error steady state* maka dari itu harus dilakukan pengujian secara khusus pada aspek ini.

Pengujian waktu eksekusi sistem dilakukan untuk mengetahui respon kelembaban tanah dan pH tanah pada kondisi ideal agar tanaman tomat tetap tumbuh dan mendapatkan mineral yang cukup. *Set point* untuk kelembaban tanah pada 78%. Pengujian ini dilakukan dengan 1 ms agar mendapatkan waktu eksekusi yang presisi dari kondisi awal media tanah yang acak. Pengujian dilakukan pada awal alat baru jalan dan berbeda hari ketika dengan pada saat pengambilan data ketika sudah berjalan. Pada Gambar 4.1 dapat dilihat repon waktu dari plant atau *Settling Time* (T_s).



Gambar 4.1 Respon waktu Plant

Dari Gambar 4.1 didapatkan nilai *Settling Time* (T_s) sesuai dengan spesifikasi sistem yang sebesar 34,47 ms dengan set point pada kelembaban tanah 78%. Maksimum *overshoot* sebesar 9,33% sehingga memenuhi spesifikasi sistem yang sebesar 10%. *Error steady state* yang didapatkan sebesar 2,98% yang masih masuk ke dalam toleransi *error steady state* yang sebesar 5%.

4.2. Pengujian Sistem Keseluruhan

Dengan pengujian ini diharapkan sistem secara keseluruhan berjalan baik dan lancar serta sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan yaitu dapat mempertahankan nilai kelembaban tanah dan pH tanah yang sudah ditentukan. Hal ini dilakukan dengan cara membandingkan media tanah yang ditanam tomat dengan pompa air otomatis dan media tanah yang ditanam tomat tanpa pompa air otomatis. Parameter yang diamati berupa kelembaban tanah dan pH tanah selama 4 hari yang akan dicatat datanya tiap jam dari jam 9 pagi hingga 3 sore.

4.2.1 Alat dan Bahan yang Dibutuhkan

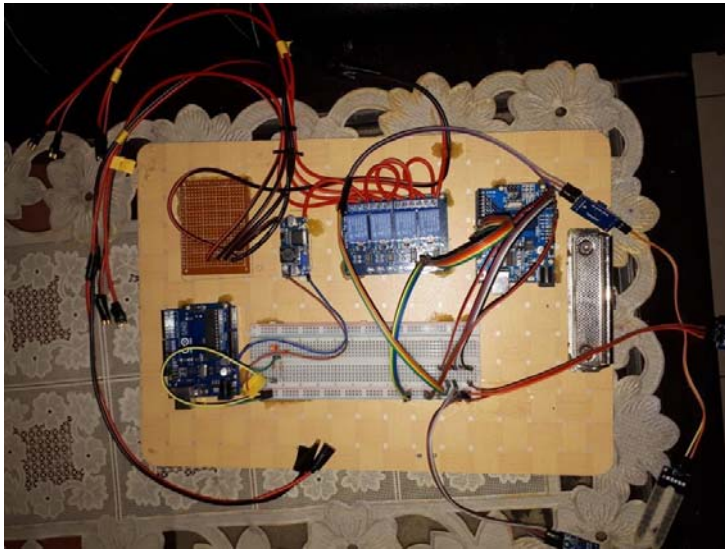
Alat yang dibutuhkan untuk pengujian sistem secara keseluruhan yaitu :

1. Wadah media tanah 50 cm x 50 cm x 20 cm dengan kedalaman tanah 10 cm. Bentuk fisik dari wadah media tanah dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bentuk Tempat Tanah untuk Tanaman Tomat

2. Rangkaian elektrik sistem. Rangkain elektrik ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Rangkaian Elektrik Sistem

3. Tanaman tomat. Pada Gambar 4.4 menunjukkan kondisi tomat pertama kali sebelum dipindahkan ke dalam wadah.



Gambar 4.4 Tanaman Tomat

4. 4 buah pompa air. Posisi dari ke-empat pompa dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Posisi Pompa Air

4.2.2 Prosedur Pengujian

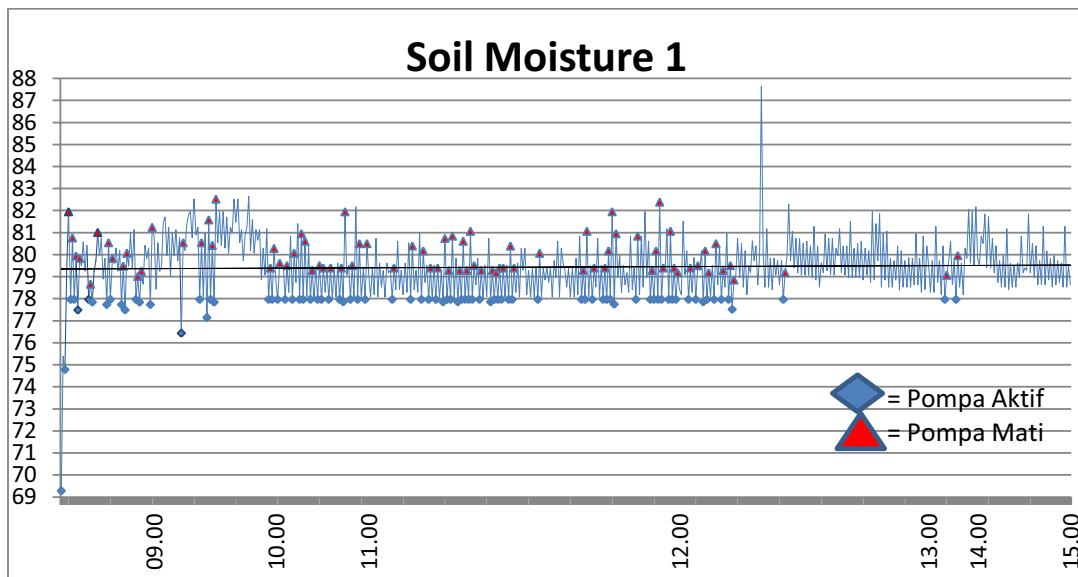
Pengujian dilakukan dengan meletakkan 4 pompa air disamping wadah yang akan mengalirkan air ke posisi yang sudah ditentukan berdekatan dengan sensor *Soil Moisture*. Posisi dari sensor *Soil Moisture* diletakkan berdekatan dengan tanaman tomat yang kemudian akan tercatat nilai kelembaban tanah serta pH tanah setiap detiknya dari pukul 09.00 pagi hingga 15.00 sore. Untuk kerja alat dengan *delay* 500 ms, akan tetapi pengambilan data dilakukan dengan selang 1 jam mulai dari jam 09.00 pagi hingga 15.00 sore. Penempatan sensor dan pompa air dapat dilihat pada Gambar 4.6.

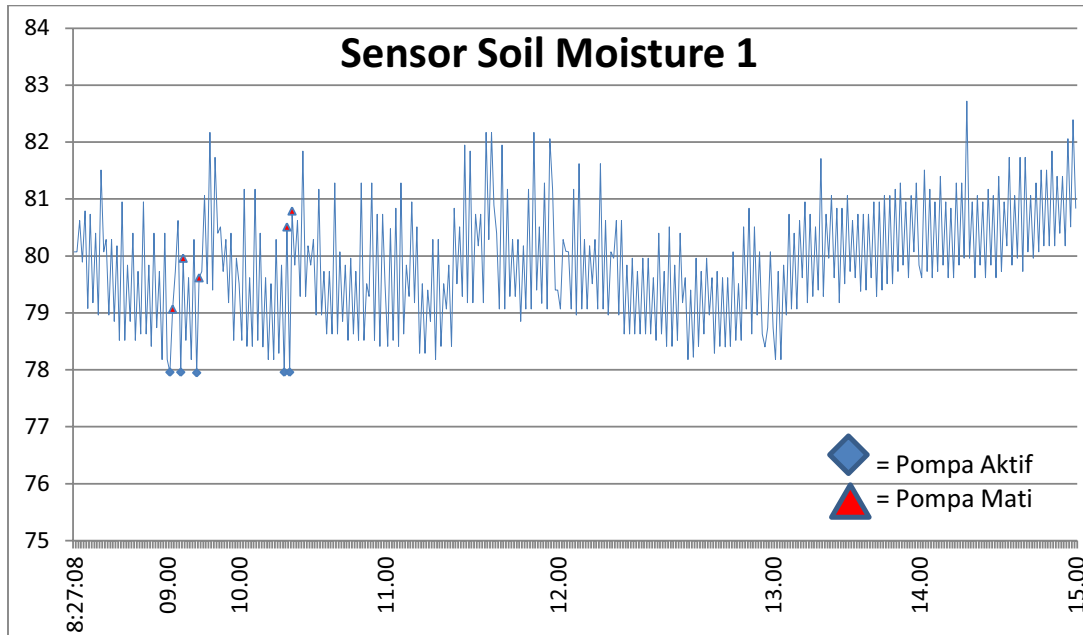
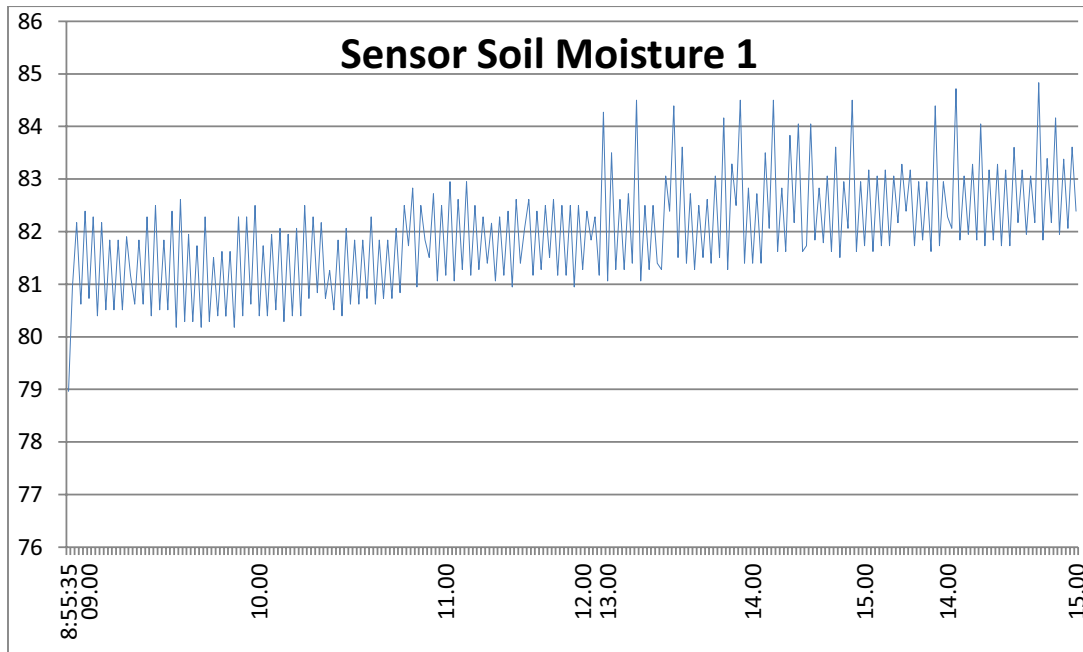


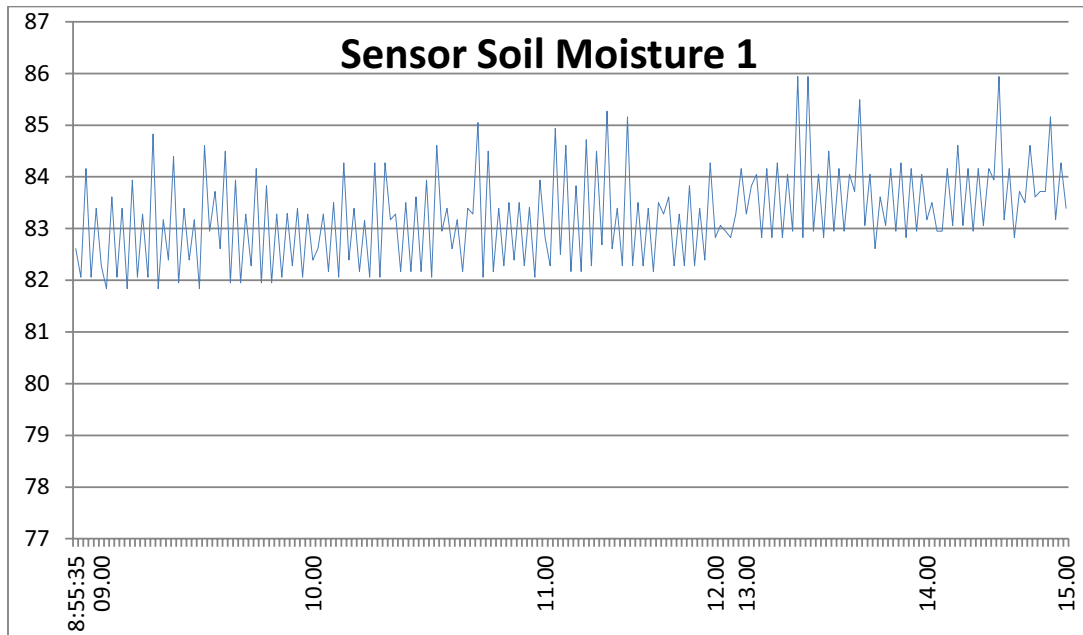
Gambar 4.6 Posisi Sensor dan Pompa Air

4.2.3 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian sistem secara keseluruhan baik tingkat kelembaban tanah serta pH tanah dapat dilihat pada lampiran 2 dengan selang waktu dari pukul 09.00 hingga 15.00. Dari data pada lampiran 2 dapat dilihat jika kelembaban tanah pada media tanah yang telah ditanam dengan tomat dipertahankan oleh alat unuk tetap diatas 78% Begitu pula dengan pH tanah yang tetap diatas 5 karena air untuk menyiram adalah air netral yang berkonsentrasi pH diantara 6 hingga 7. Data yang diambil dari pukul 09.00 pagi atau ketika alat terhubung dengan komputer yang digunakan untuk monitor hingga pukul 15.00 sore tetapi alat tetap berkerja selama 24 jam dengan delay 500 ms dan ditunjukkan pada Gambar 4.7 hingga Gambar 4.26.

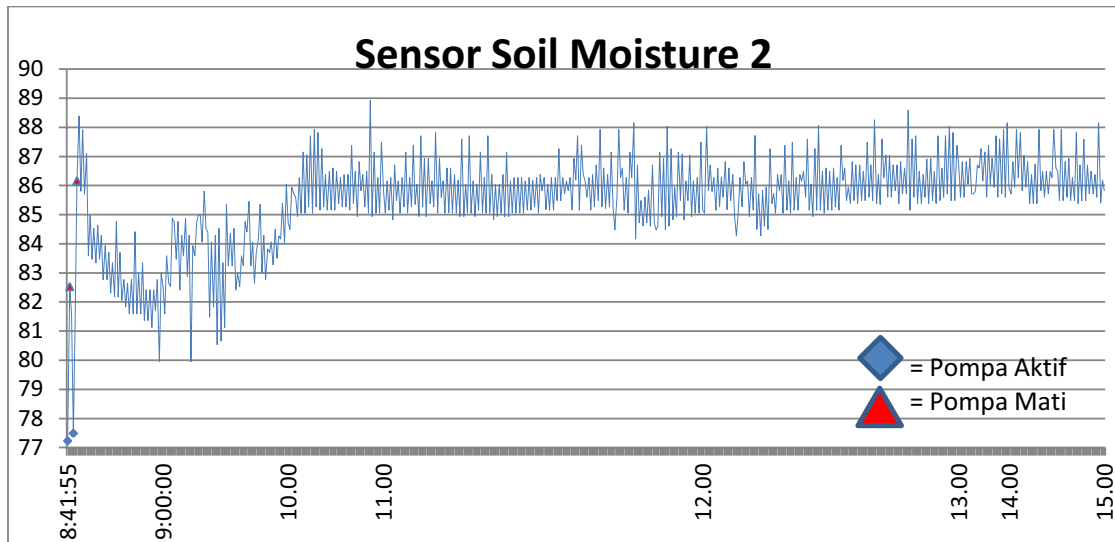


Gambar 4.7 Grafik Sensor *Soil Moisture* 1 Hari Ke-1**Gambar 4.8** Grafik Sensor *Soil Moisture* 1 Hari Ke-2**Gambar 4.9** Grafik Sensor *Soil Moisture* 1 Hari Ke-3

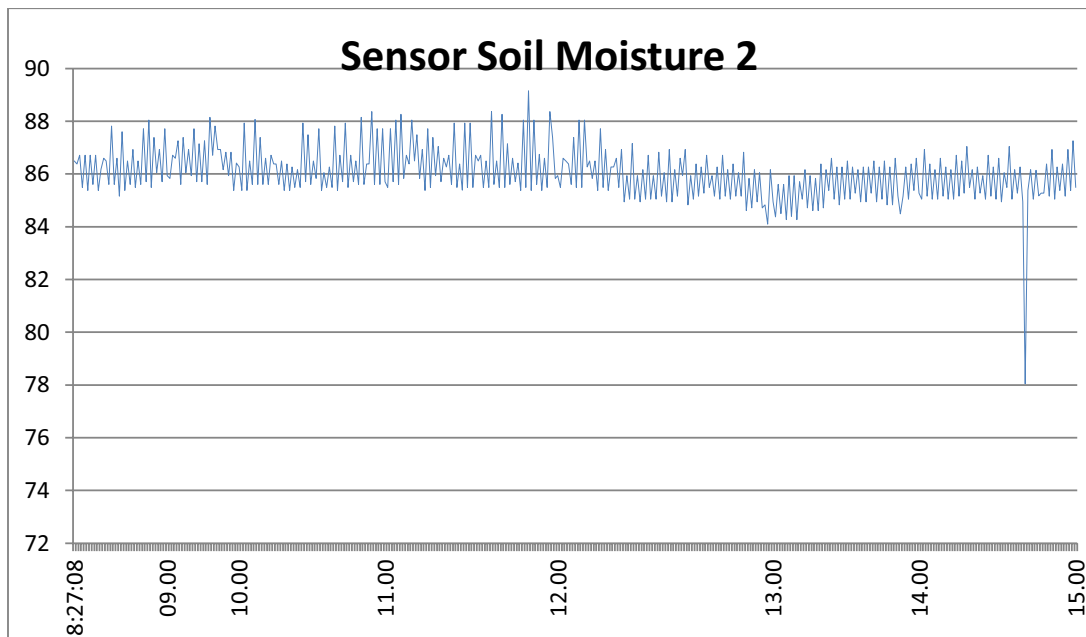


Gambar 4.10 Grafik Sensor *Soil Moisture* 1 Hari Ke-4

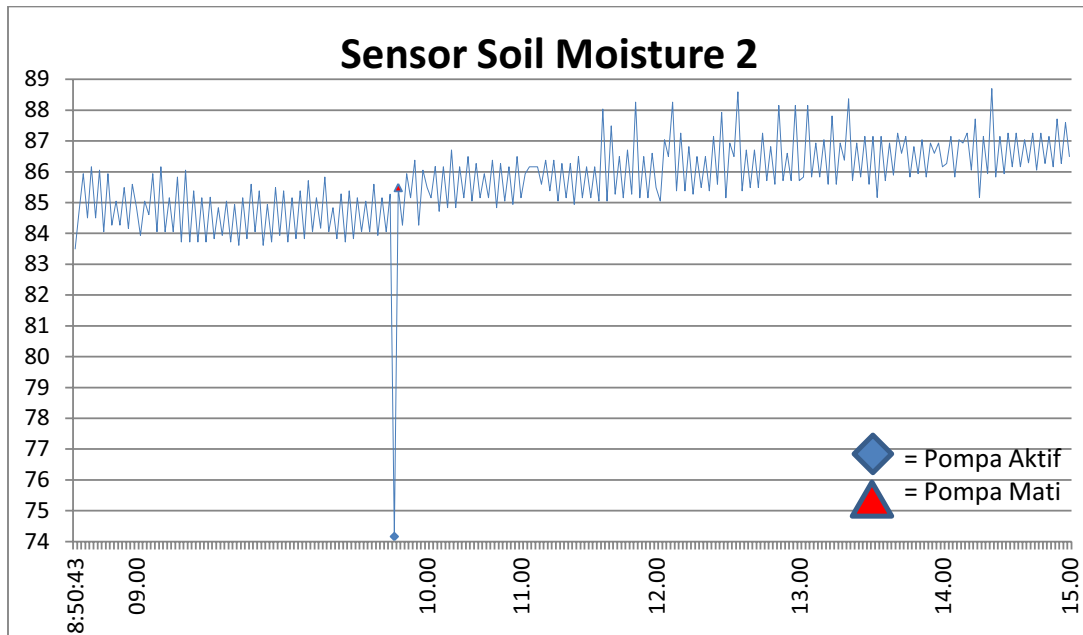
Pada Gambar 4.7 hingga Gambar 4.10 menunjukkan grafik pembacaan nilai sensor *Soil Moisture* 1 dari hari ke-1 (pertama) hingga hari ke-4 (keempat) yang rata-rata kelembaban tanah di atas 78%. Sistem mempertahankan nilai kelembaban untuk tetap berada di atas 78% dengan cara mengaktifkan pompa ketika kelembaban dibawah 78% yang ditunjukkan dengan grafik naik dan pompa akan mati ketika nilai kelembaban sudah tercapai yaitu 78% yang ditunjukkan dengan grafik menurun karena kelembaban tanah yang menurun seiring dengan berjalannya waktu. Pada hari ke dua pompa hanya menyala beberapa kali ketika kelembaban dibawah 78% sementara pada hari ketiga dan keempat pompa tidak pernah menyala karena kelembaban tidak pernah dibawah 78%. Hal ini dikarenakan tanah disekitar sensor menyerap air disekitarnya yang terkena penyiraman dari pompa lain sehingga kelembaban di sensor 1 tetap terjaga diatas 78%.



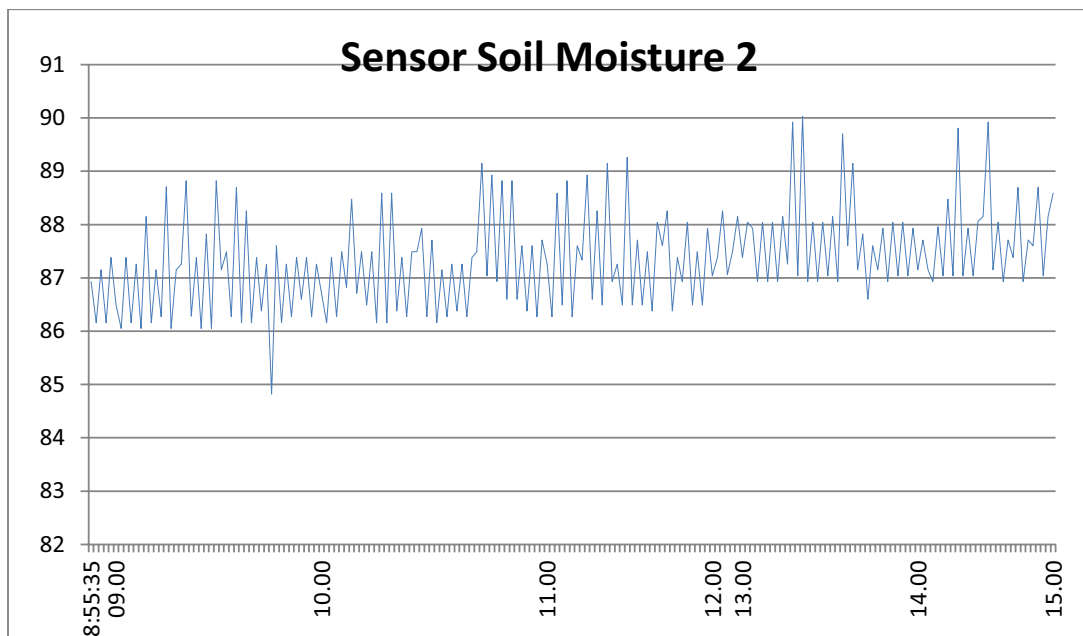
Gambar 4.11 Grafik Sensor Soil Moisture 2 Hari Ke-1



Gambar 4.12 Grafik Sensor Soil Moisture 2 Hari Ke-2



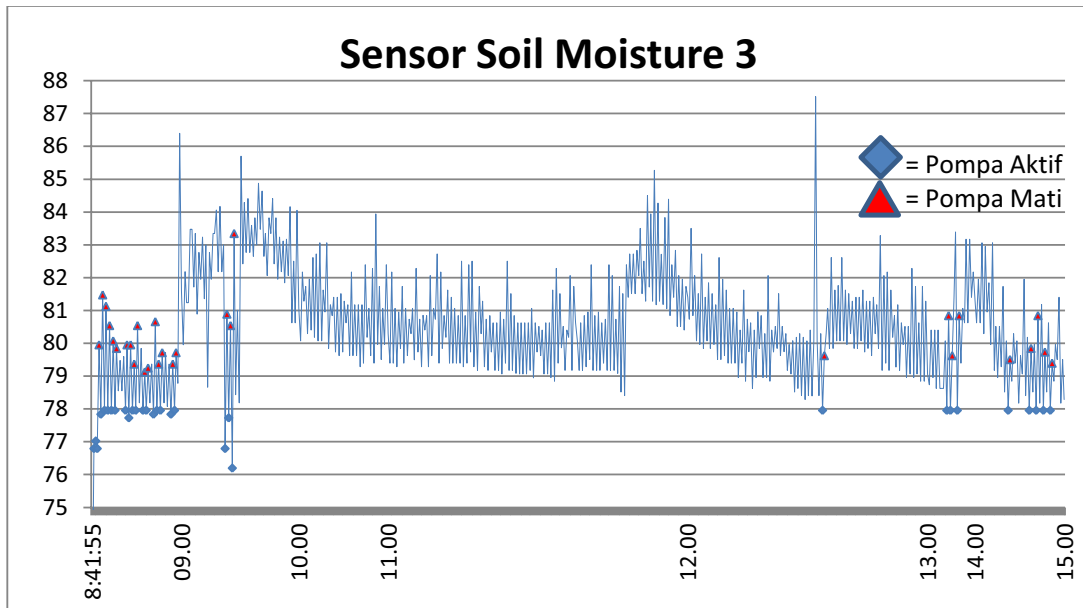
Gambar 4.13 Grafik Sensor Soil Moisture 2 Hari Ke-3



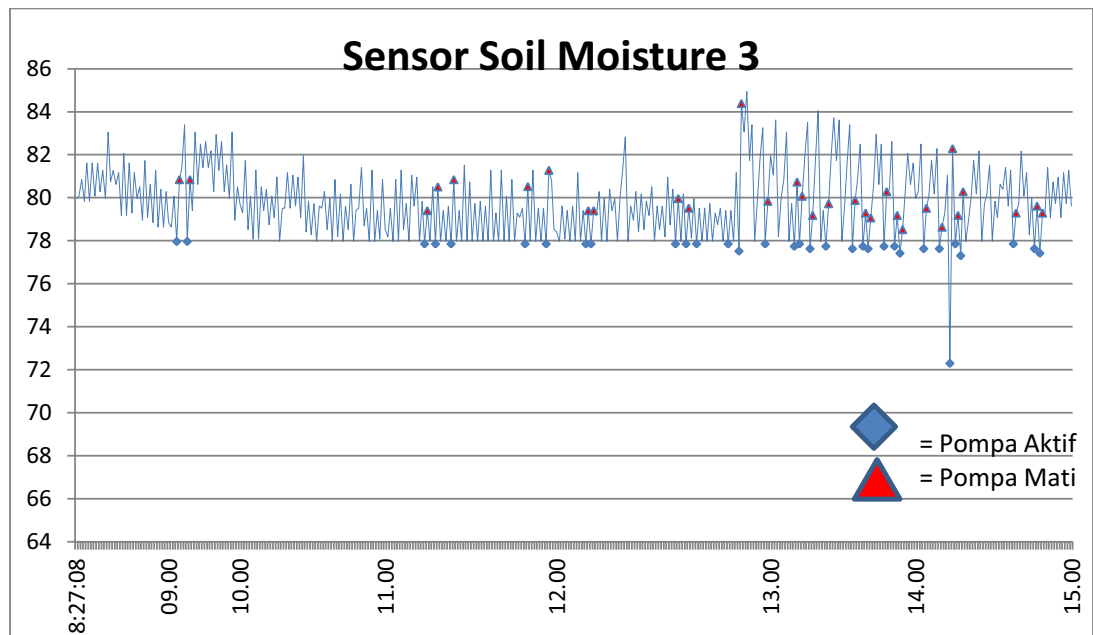
Gambar 4.14 Grafik Sensor Soil Moisture 2 Hari Ke-4

Pada Gambar 4.11 hingga Gambar 4.14 menunjukkan grafik pembacaan nilai sensor *Soil Moisture 2* dari hari ke-1 (pertama) hingga hari ke-4 (keempat) yang rata-rata kelembaban tanah di atas 78%. Sistem mempertahankan nilai kelembaban untuk tetap berada di atas 78% dengan cara mengaktifkan pompa ketika kelembaban dibawah 78% yang ditunjukkan dengan grafik naik dan pompa akan mati ketika nilai kelembaban sudah

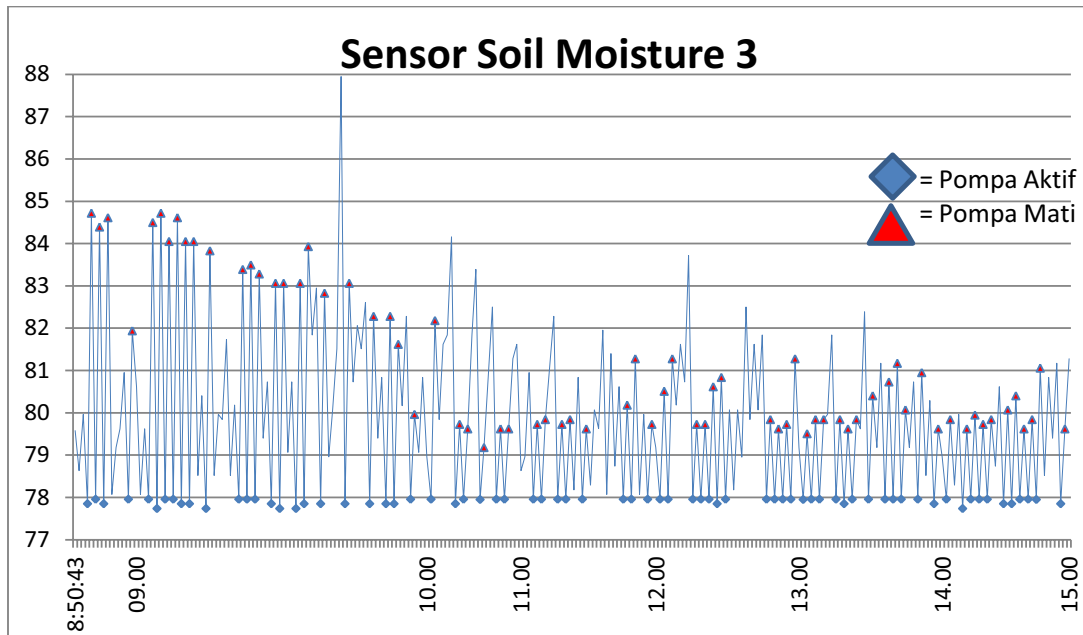
tercapai yaitu 78% yang ditunjukkan dengan grafik menurun karena kelembaban tanah yang menurun seiring dengan berjalannya waktu. Pompa air pada sensor 2 hanya berkerja beberapa kali saja seperti pada hari pertama di awal alat berjalan dan satu kali di hari ketiga. Hal ini dikarenakan tanah disekitar sensor menyerap air disekitarnya yang terkena penyiraman dari pompa lain sehingga kelembaban di sensor 2 tetap terjaga diatas 78%.



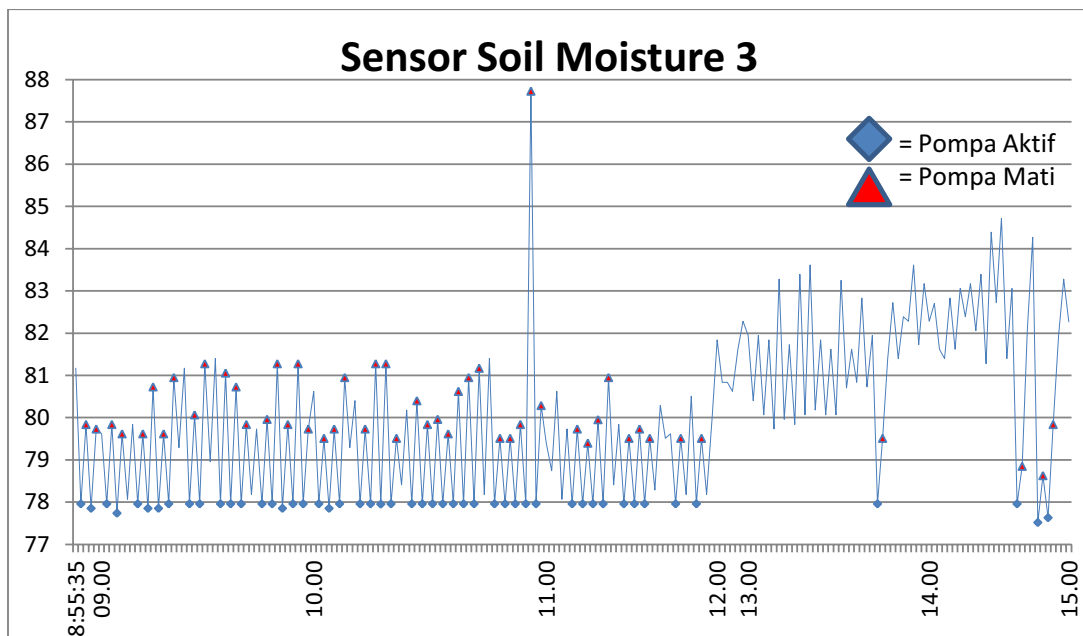
Gambar 4.15 Grafik Sensor *Soil Moisture* 3 Hari Ke-1



Gambar 4.16 Grafik Sensor *Soil Moisture* 3 Hari Ke-2



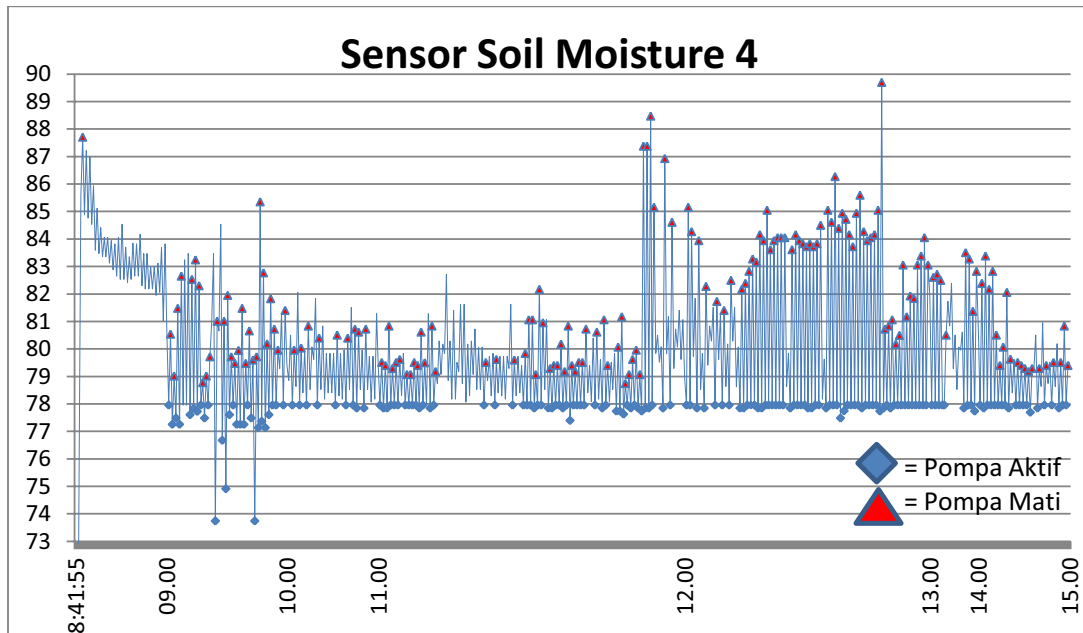
Gambar 4.17 Grafik Sensor Soil Moisture 3 Hari Ke-3



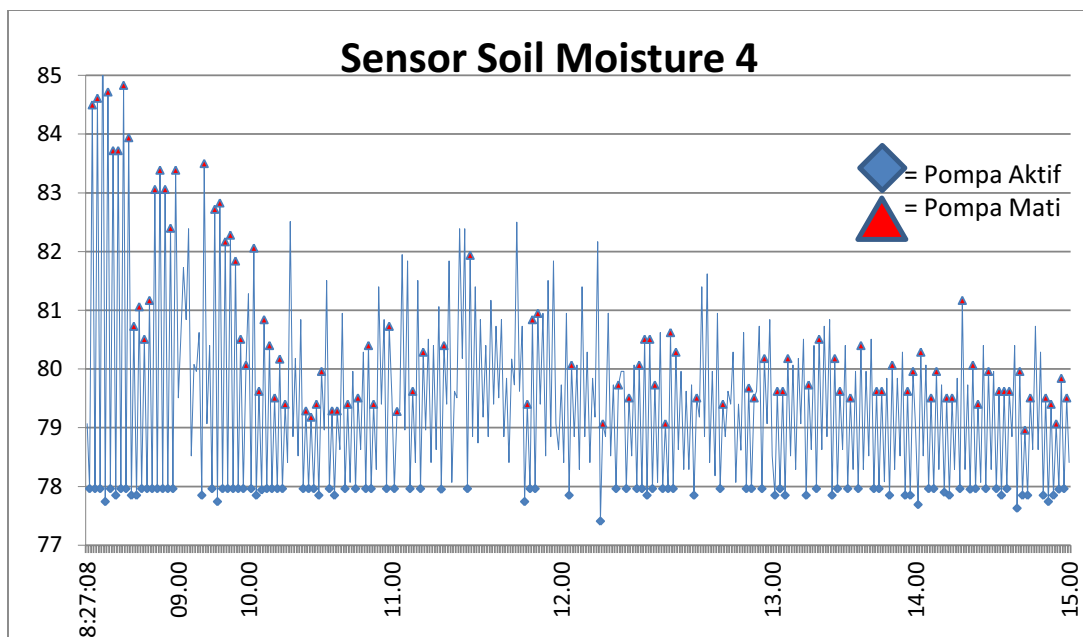
Gambar 4.18 Grafik Sensor Soil Moisture 3 Hari Ke-4

Pada Gambar 4.15 hingga Gambar 4.18 menunjukkan grafik pembacaan nilai sensor *Soil Moisture 3* dari hari ke-1 (pertama) hingga hari ke-4 (keempat) yang rata-rata kelembaban tanah dipertahankan di atas 78%. Sistem mempertahankan nilai kelembaban untuk tetap berada di atas 78% dengan cara mengaktifkan pompa ketika kelembaban di bawah 78% yang ditunjukkan dengan grafik naik dan pompa akan mati ketika nilai kelembaban sudah tercapai yaitu 78% yang ditunjukkan dengan grafik menurun karena

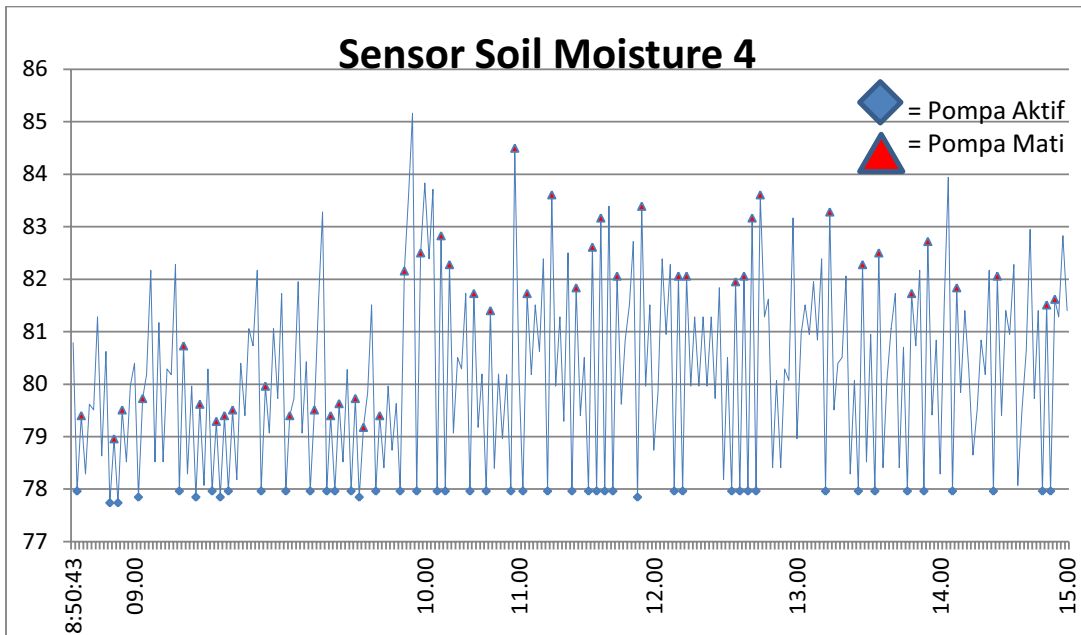
kelembaban tanah yang menurun seiring dengan berjalannya waktu. Pompa air pada sensor 3 sering aktif karena kelembaban tanah yang menurun hingga dibawah 78%.



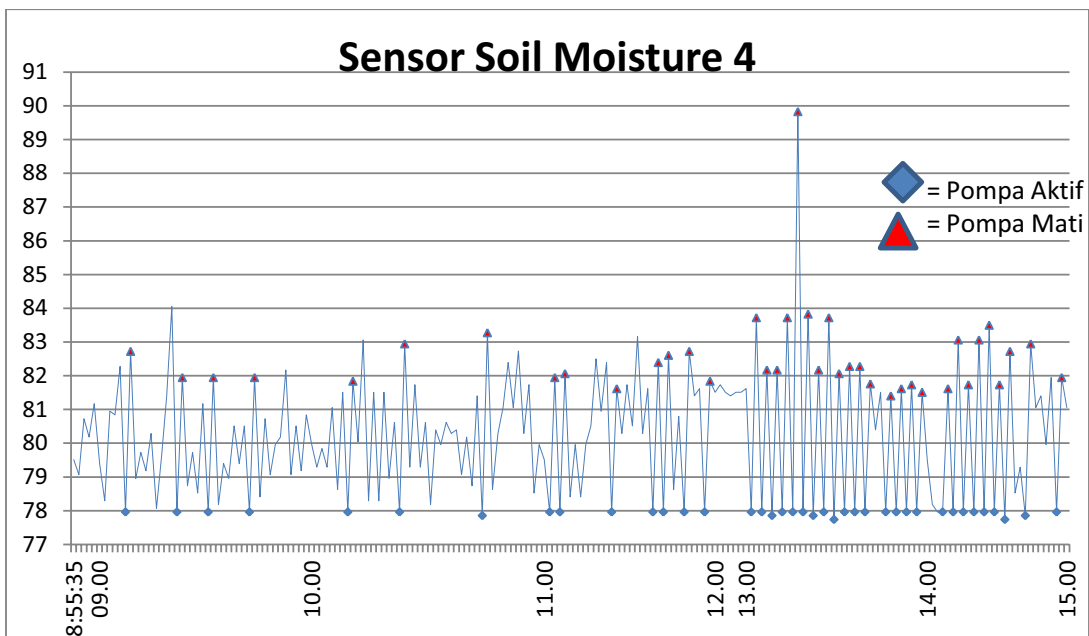
Gambar 4.19 Grafik Sensor *Soil Moisture* 4 Hari Ke-1



Gambar 4.20 Grafik Sensor *Soil Moisture* 4 Hari Ke-2



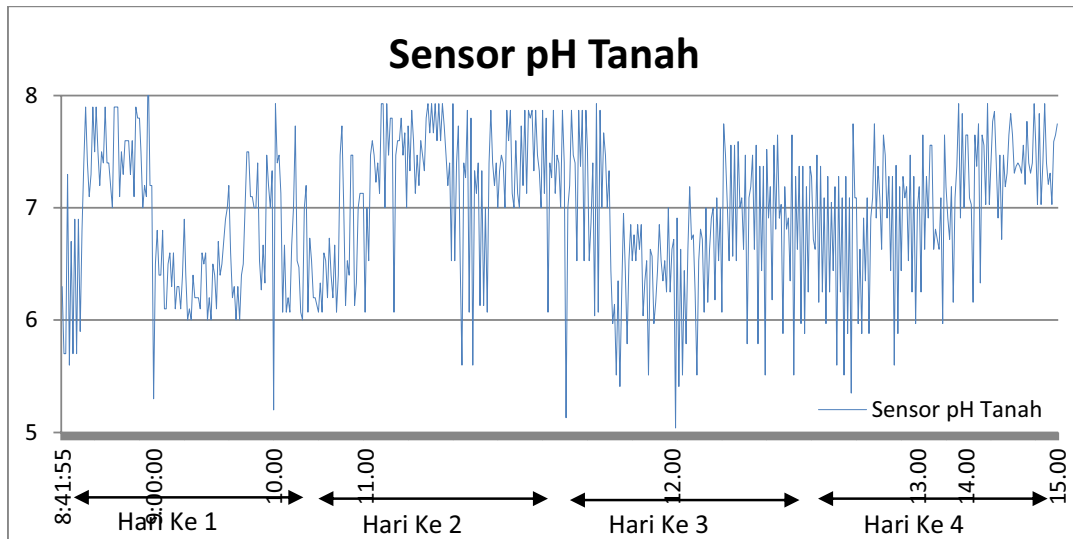
Gambar 4.21 Grafik Sensor Soil Moisture 4 Hari Ke-3



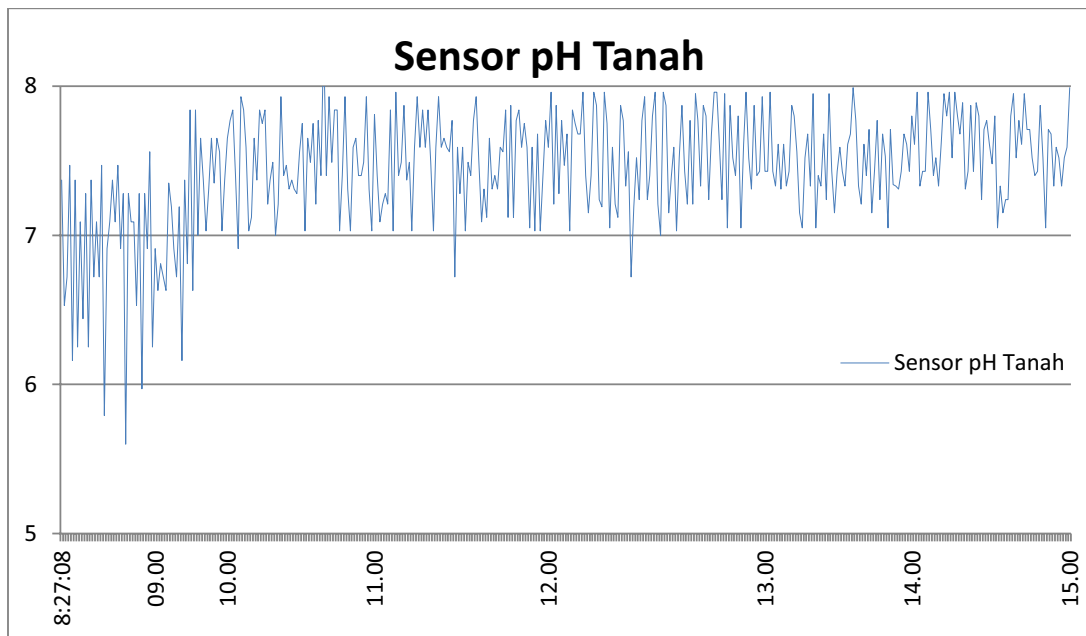
Gambar 4.22 Grafik Sensor Soil Moisture 4 Hari Ke-4

Pada Gambar 4.19 hingga Gambar 4.22 menunjukkan grafik pembacaan nilai sensor *Soil Moisture 4* dari hari ke-1 (pertama) hingga hari ke-4 (keempat) yang rata-rata kelembaban tanah diatas 78%. Sistem mempertahankan nilai kelembaban untuk tetap berada diatas 78% dengan cara mengaktifkan pompa ketika kelembaban dibawah 78% yang ditunjukkan dengan grafik naik dan pompa akan mati ketika nilai kelembaban sudah tercapai yaitu 78% yang ditunjukkan dengan grafik menurun karena kelembaban tanah

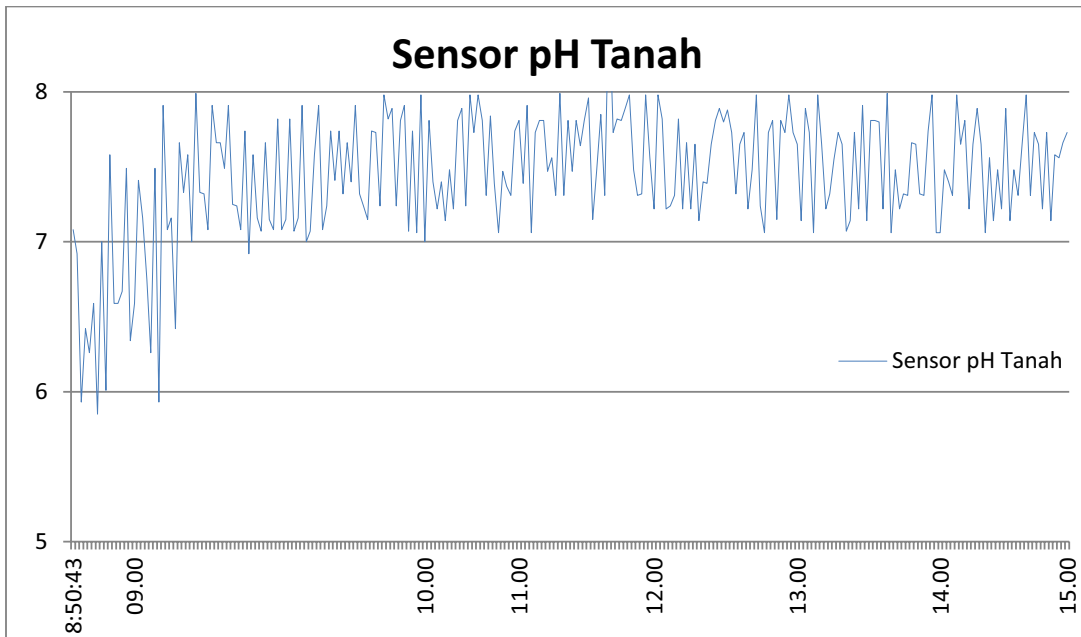
yang menurun seiring dengan berjalannya waktu. Pompa air pada sensor 4 lebih sering aktif karena kelembaban yang sering menurun hingga dibawah 78%.



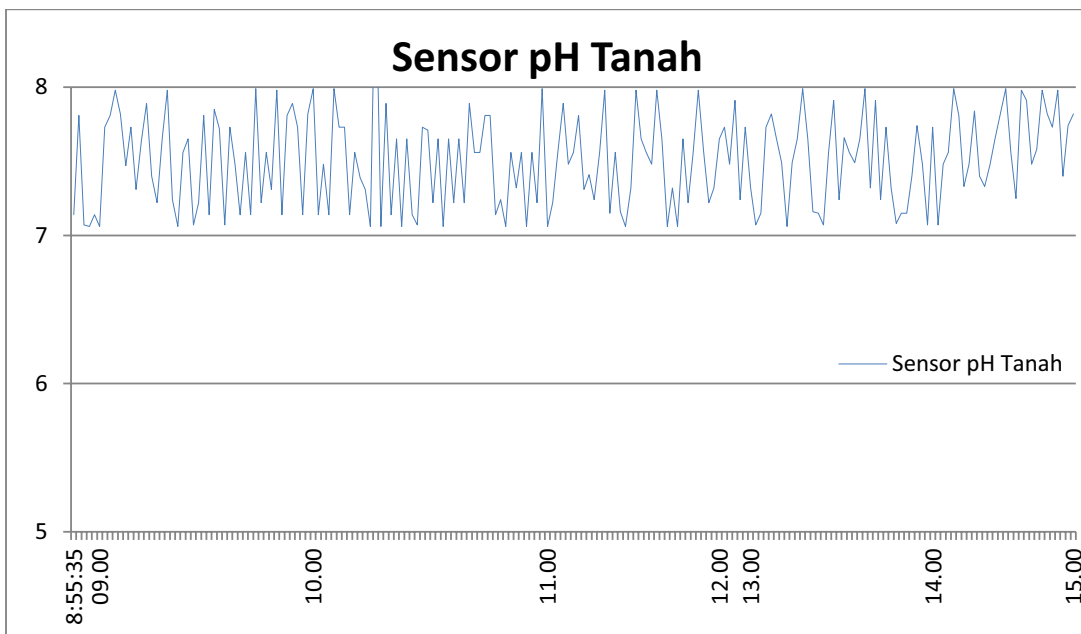
Gambar 4.23 Grafik Sensor pH Tanah Hari Ke-1



Gambar 4.24 Grafik Sensor pH Tanah Hari Ke-2



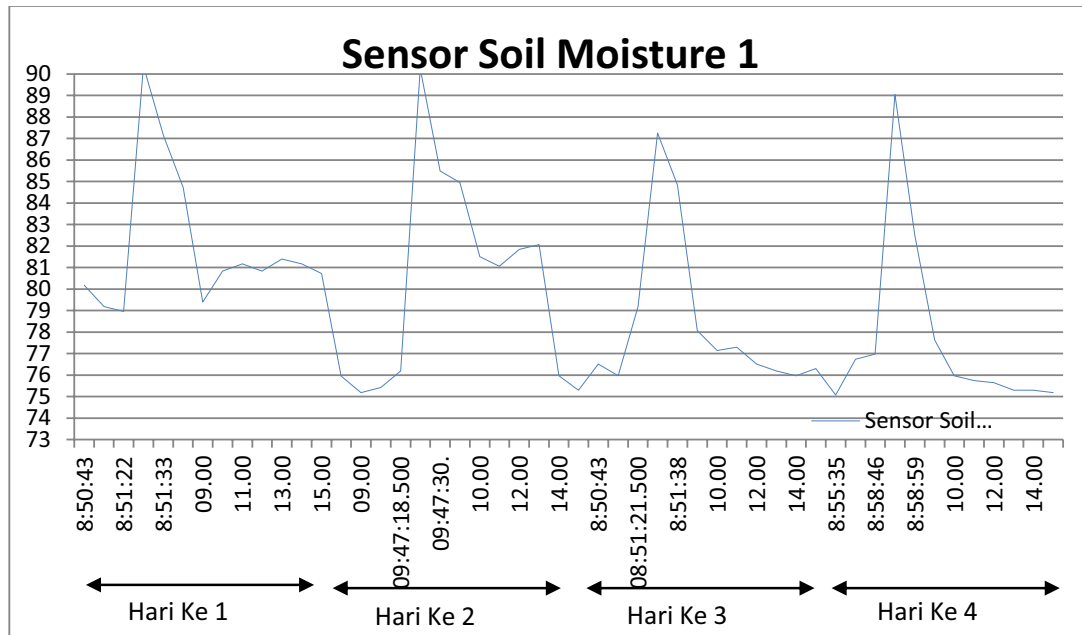
Gambar 4.25 Grafik Sensor pH Tanah Hari Ke-3



Gambar 4.26 Grafik Sensor pH Tanah Hari Ke-4

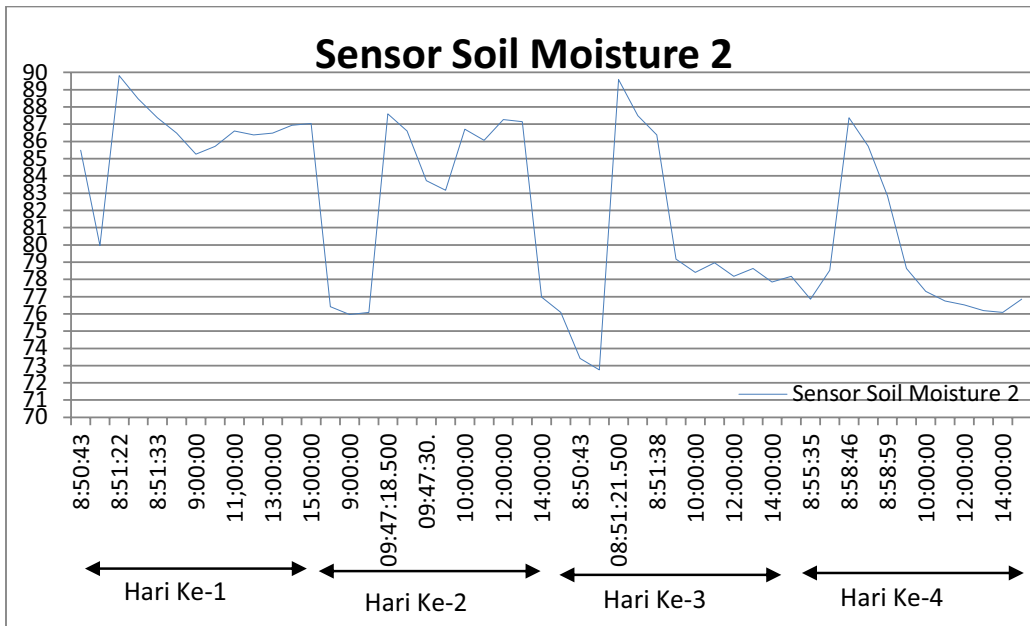
Pada Gambar 4.23 hingga Gambar 4.26 memperlihatkan pembacaan sensor pH tanah yang tetap di atas 5 dikarenakan air yang digunakan bersifat netral dengan range pH dari 6 hingga 7.

Kondisi kelembaban tanah tanaman tomat tanpa pompa air otomatis yang disiram secara manual dengan takaran yang sebanyak 500 ml. Penyiraman tanah dilakukan setiap pagi hari sebanyak satu kali pada pagi hari. Grafik sensor kelembaban tanah dan sensor pH tanah dapat dilihat pada Gambar 4.27 hingga Gambar 4.31 dan data dapat dilihat pada lampiran 2.



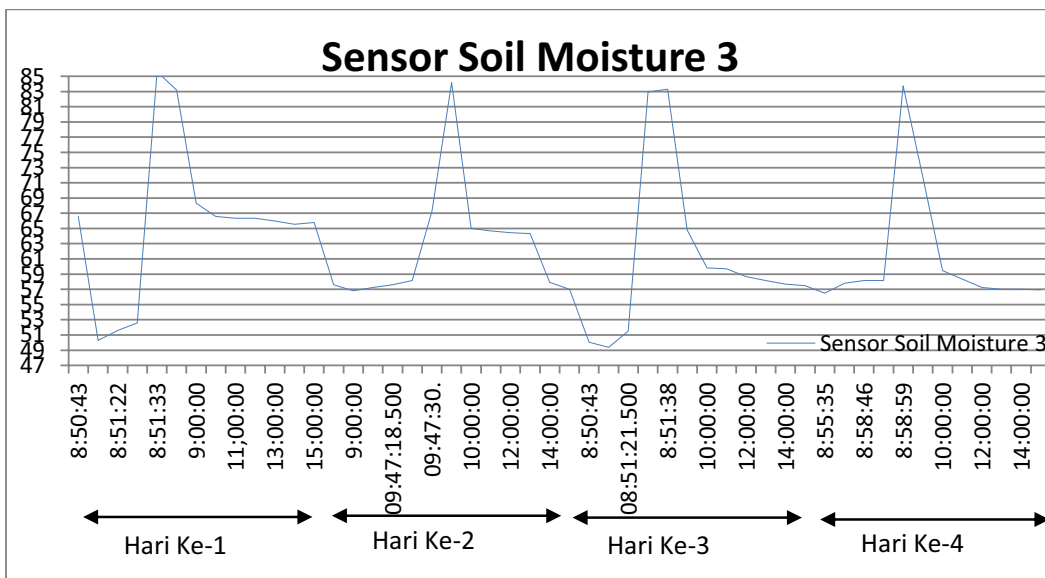
Gambar 4.27 Grafik Sensor *Soil Moisture* 1 Tanpa Pompa

Pada Gambar 4.27 terlihat jika kelembaban tanah yang dibaca oleh sensor *Soil Moisture* 1 semakin menurun seiring dengan waktu. Pada hari ke satu hingga ke empat terjadi kelonjakan kelembaban tanah dikarenakan penyiraman dilakukan sebelum pukul 09.00 pagi kecuali pada hari kedua yang diatas pukul 09.00 pagi. Nilai kelembaban tanah akan naik apabila tanah rutin disiram setiap hari dan kelembaban tidak langsung naik secara merata karena penyiraman yang tidak bisa bersamaan. Jika tanah tidak disiram maka kelembaban tanah akan terus menurun dan kondisi tanah akan mengering pada permukaannya.



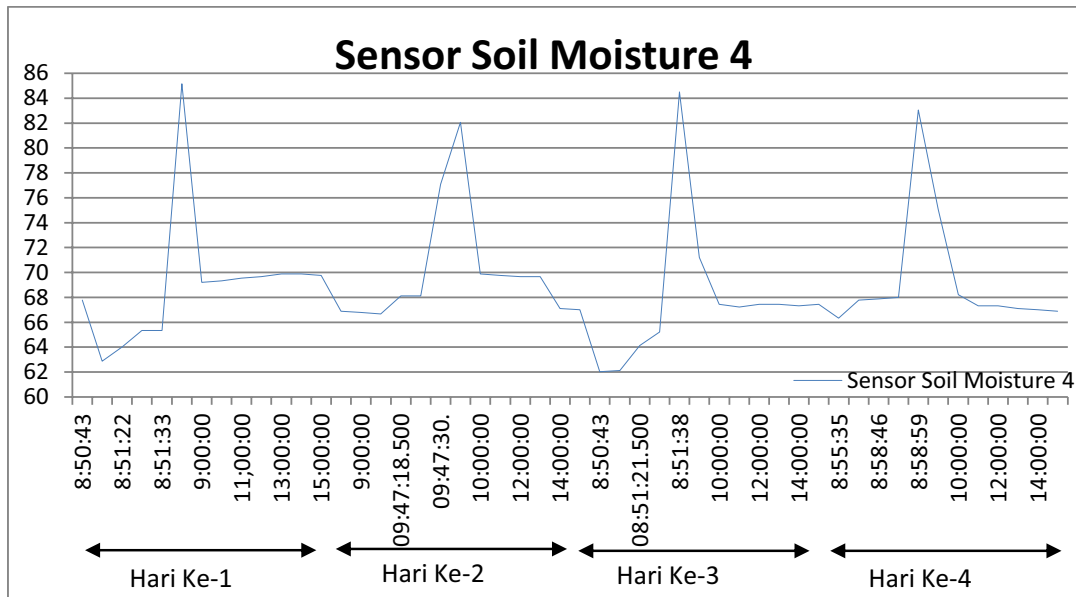
Gambar 4.28 Grafik Sensor *Soil Moisture* 2 Tanpa Pompa

Pada Gambar 4.28 terlihat jika kelembaban tanah yang semakin lama semakin menurun seiring waktu. Pada hari pertama dan kedua nilai kelembaban masih bertahan diatas 78% akan tetapi pada hari ketiga dan keempat kelembaban hanya berada diatas 78% ketika dilakukan penyiraman setelahnya mengalami penurunan. Pada hari kedua terjadi dua kali kenaikan grafik dikarenakan penyiraman didekat sensor 2 untuk yang pertama dan yang kedua terjadi karena penyerapan tanah akibat penyiraman untuk sensor lain.



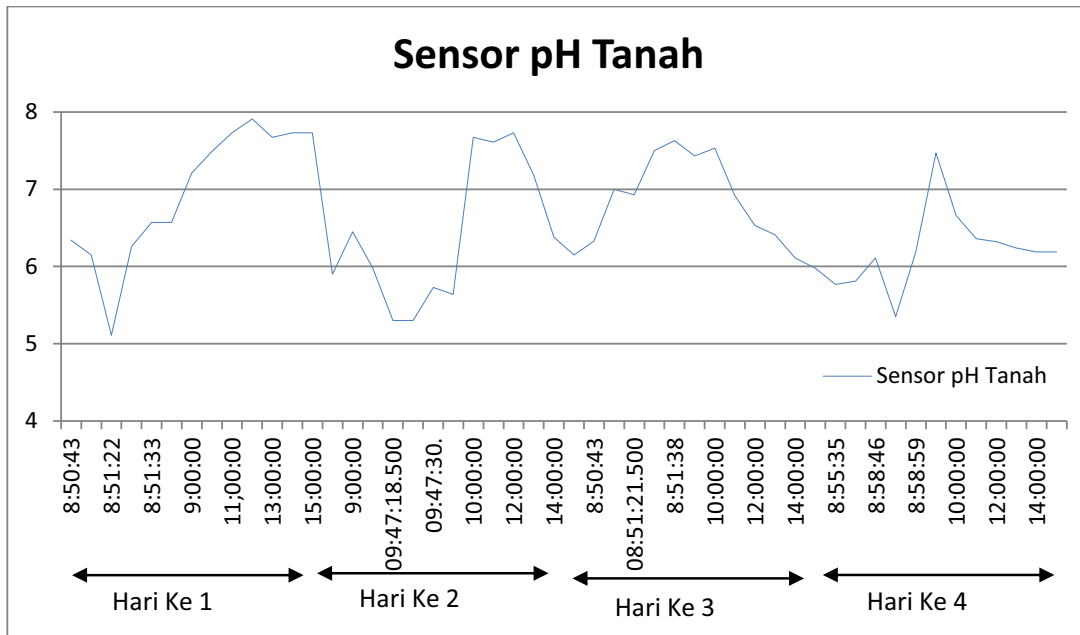
Gambar 4.29 Grafik Sensor *Soil Moisture* 3 Tanpa Pompa

Pada Gambar 4.29 kelembaban tanah terlihat menurun dan pada hari ke satu hingga keempat. Terjadi kenaikan nilai kelembaban tanah dikarenakan penyiraman yang dilakukan sebelum pukul 09.00 pagi kecuali hari kedua yang diatas pukul 09.00 pagi. Kelembaban pada sensor *Soil Moisture 3* sampai 78% hanya ketika penyiraman dilakukan setelah penyiraman maka kelembaban akan turun karena air yang diserap tanah serta tanaman tomat.



Gambar 4.30 Grafik Sensor *Soil Moisture 4* Tanpa Pompa

Pada Gambar 4.30 kelembaban tanah pada sensor *Soil Moisture 4* cenderung menurun dan terjadi peningkatan nilai kelembaban tanah dikarenakan penyiraman yang dilakukan sebelum pukul 09.00 kecuali untuk hari kedua yang diatas pukul 09.00. Kelembaban tanah pada sensor *Soil Moisture 4* mencapai 78% ketika dilakukan penyiraman tetapi setelahnya mengalami penurunan karena penyerapan tanah dan tanaman tomat.



Gambar 4.31 Grafik Sensor pH Tanah Tanpa Pompa

Pada Gambar 4.31 pH tanah bertahan pada range 5 hingga 8 dikarenakan air yang digunakan untuk menyiram adalah air netral yang berada di nilai pH 6 hingga 7.

Dari grafik sensor dengan pompa air otomatis dan grafik sensor tanpa pompa air otomatis diatas dapat dibandingkan jika dengan pompa air otomatis maka kelembaban tanah dan pH tanah akan terus terjaga sesuai dengan masukan yang diinginkan. Sedangkan jika tanpa menggunakan pompa air otomatis maka kelembaban tanah akan terus menurun dikarenakan penyerapan air ke dalam akar tanaman dan buangan air yang berada dibawah wadah tanah. Peningkatan nilai kelembaban tanah tanpa pompa air otomatis hanya akan naik ketika disiram. Sedangkan pH tanah akan tetap berada diatas nilai yang diinginkan yaitu diatas 5 walaupun menggunakan pompa air atau tidak karena yang digunakan adalah air biasa yang dimana pH-nya berkisar pada 6 hingga 7. Perubahan pada buah tomat selama 4 hari dapat dilihat pada Gambar 4.32 dan Gambar 4.33.



Gambar 4.32 Kondisi Awal Tomat



Gambar 4.33 Kondisi Tomat Setelah 4 Hari