

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1 Irigasi

Dalam Peraturan Pemerintah (PP) No. 23/1982 Ps. 1, pengertian irigasi, bangunan irigasi, dan petak irigasi telah dibakukan yaitu sebagai berikut :

- a. Irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian
- b. Jaringan irigasi adalah saluran dan bangunan yang merupakan satu kesatuan dan diperlukan untuk pengaturan air irigasi mulai dari penyediaan, pengambilan, pembagian, pemberian, dan penggunaannya.
- c. Daerah irigasi adalah kesatuan wilayah yang mendapat air dari satu jaringan irigasi.
- d. Petak irigasi adalah petak tanah yang memperoleh air irigasi

#### 2.2 Sistem Irigasi

Irigasi pompa ( *lift irrigation* ) merupakan sistem pengairan dengan menyalurkan air dari lokasi yang rendah ke lokasi tinggi dengan cara manual maupun mekanis. Cara manual dilakukan dengan mengangkat air dengan menggunakan ember, namun car ini sudah tidak lagi digunakan karena membutuhkan tenaga ekstra. Cara mekanis yaitu dengan menggunakan mesin yang dapat mengalirkan air, seperti pompa air.

Irigasi permukaan (surface irrigation) lebih cocok diterapkan pada lahan yang relatif seragam dan datar (slope<2%) serta tanah dengan kapasitas infiltrasi rendah sampai sedang. Kehilangan air pada sistem distribusi saluran permukaan yang salurannya tidak dilapisi diperkirakan sebesar 40% (Anonim, 18 Oktober 2018, Literatur Jenis Serta Manfaat Irigasi Untuk Lahan Persawahan, <https://tanipedia.co.id> . Diakses pada : 26-Desember-2019).

### 2.3 Debit Aliran

Debit air merupakan banyaknya volume air yang mampu lewat pada suatu tempat atau yang mampu ditampung dalam suatu tempat setiap satu satuan waktu. Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir pada satuan volume per waktu (Murjana Angga, 30 oktober 2019, rumus debit air andalan, <https://rumusrumus.com> . Diakses pada : 20-Desember-2019).

Rumus debit aliran sebagai berikut :

$$Q = A \cdot v$$

Keterangan rumus :

Q : debit aliran (m<sup>3</sup>/d)

v : kecepatan aliran (m/s)

A : luas penampang saluran (m<sup>2</sup>)

Persamaan kontinuitas dapat digunakan untuk menghitung nilai debit aliran pada jaringan irigasi (Kodoatie, 2005). Menurut Sulistiono (2013) bahwa irigasi dengan penyaluran tertutup menggunakan pipa sangat memungkinkan terjadinya sedimentasi di dalam pipa. Faktor kecepatan aliran di dalam pipa sangat berpengaruh terhadap laju sedimentasi yang terjadi, karena semakin rendah kecepatan aliran di dalam pipa maka semakin tinggi laju sedimentasi yang terjadi di dalam pipa.

Menghitung kecepatan aliran tiap pipa

$$V = \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

Dimana:

V =Kecepatan rata-rata pada aliran tiap pipa (m/s)

Q =Kapasistas aliran dalam pipa (m<sup>3</sup>)

A =Luas pipa (m)

D =Diameter (m)

( Haydir,2019 )

## 2.4 Panel Surya

Panel surya atau *solar cell* adalah suatu komponen yang dapat digunakan untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip yang disebut efek *photovoltaic*. Energi listrik yang diproduksi oleh panel surya biasanya akan digunakan untuk kebutuhan listrik dan ada yang disimpan terlebih dahulu dengan baterai. Cara kerja sistem panel surya ini tetap dapat berjalan meski keadaan sore, malam hari maupun hujan sekalipun karena menggunakan bantuan baterai tersebut (Ratnasari Kartika, 18 November 2018, Mengenal Panel Surya : Pengertian, Cara Kerja, Hingga Harganya, <https://artikel.rumah123.com>. Diakses pada : 26-Desember-2019).

Komponen – komponen pembangkit listrik tenaga surya diambil dari (Anonim, April 2018, Cara Menghitung Daya Tenaga Surya, <http://katalognatopringsewu.blogspot.com/> . Diakses pada : 09-Januari-2020) sebagai berikut :

### 2.4.1 Solar cell



**Gambar 2.1** *Solar Cells*

Solar panel mengkonversikan tenaga matahari menjadi listrik. Macam keping panel suerya daya panel surya kecil adalah sebesar 20 wp (1 keping), daya panel surya besar adalah 200 wp ( 1 keping ). Sel silikon (disebut juga solar cells) yang disinari matahari/ surya, membuat proton yang menghasilkan arus listrik. Sebuah solar cells menghasilkan kurang lebih tegangan 0.5 volt.

Jadi sebuah panel surya 12 volt terdiri dari kurang lebih 36 sel (untuk menghasilkan 17 volt tegangan maksimum).

#### 2.4.2 Charge Control



**Gambar 2.2** Charge Control

Pada waktu solar panel mendapatkan energy dari cahaya matahari di siang hari, rangkaian charge controller ini otomatis bekerja dan mengisi (*charge*) battery dan menjaga tegangan agar tetap stabil.

#### 2.4.3 Inverter / Converter (Optimal)



**Gambar 2.3** Inverter / Converter

Adalah perangkat elektrik yang mengkonversikan tegangan searah (DC – *direct current*) menjadi tegangan bolak – balik (AC – *alternating current*). Alat ini tidak diperlukan untuk beban yang hanya membutuhkan tegangan searah.

Daya yang diperlukan untuk menggerakkan pompa air Diesel :

$$P = V \times I$$

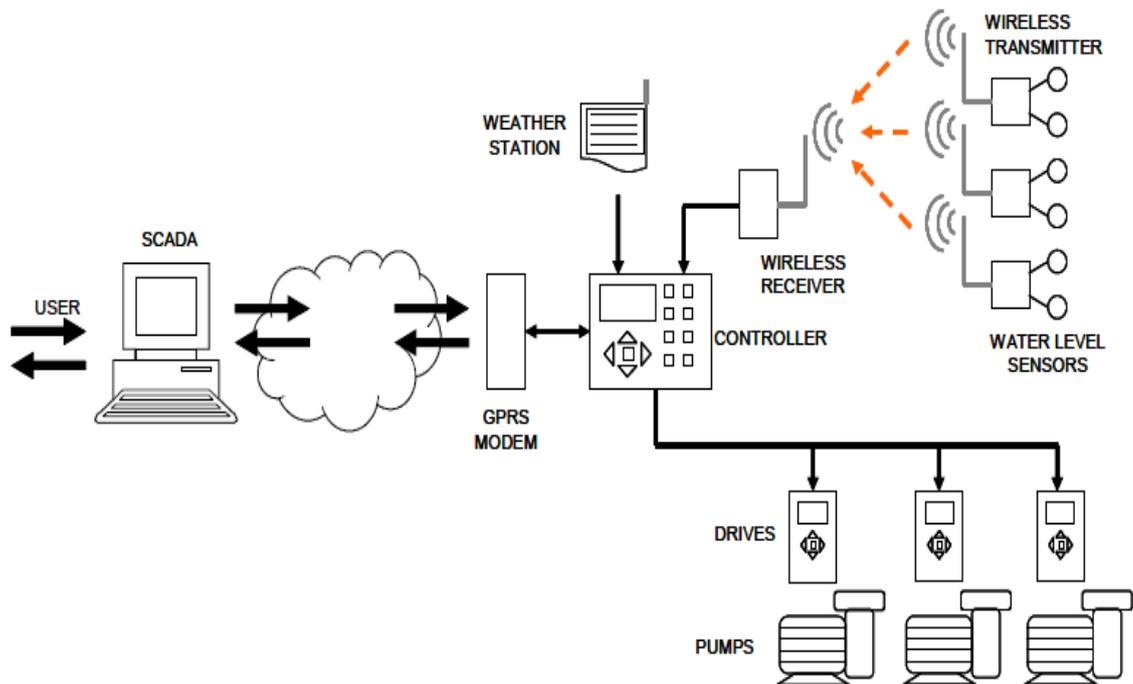
Ket:

P = Daya Listrik dengan satuan Watt ( W )

$V$  = Tegangan Listrik dengan satuan Volt ( V )

$I$  = Arus Listrik dengan satuan Ampere ( A )

## 2.5 Aplikasi Skada



**Gambar 2.4** Aplikasi Scada

Pertumbuhan teknologi informasi dan munculnya ICS (Industrial Control System) membuat proses pengawasan dan pengendalian proses boiling dengan kriteria risiko seperti ini dapat dilakukan secara realtime dan online. Salah satu penerapan ICS yaitu SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) yakni sistem distribusi kendali untuk area industri yang memiliki jarak geografis yang cukup jauh, dimana proses kendali dan pemantauan yang terpusat sangat dibutuhkan ( Bonaventure, dkk . 2011)

Sebuah sistem kendali yang sedang banyak dikembangkan akhir-akhir ini adalah SCADA. SCADA (Supervisory Control dan Data Acquisition) adalah sistem proses kendali yang memungkinkan operator lokal untuk memantau dan mengontrol proses yang didistribusikan di antara berbagai tempat ( Firman Benny, dkk, 2013 ). Sistem distribusi

untuk mengontrol sebuah aset atau plant yang berada ribuan kilometer dimana pengontrolan dan akuisisi data yang terpusat terhadap plant tersebut sangat diperlukan. Di pusat pengontrolan SCADA, data – data plant diproses dan dipantau sehingga terdapat manajemen data yang di dalamnya juga difungsikan monitoring, alarming, dan controlling ( Prayudha Rezka Bunaiya, dkk, 2015 ).

Prinsip dasar Sistem SCADA ada 2, yaitu : Memantau dan mengontrol semua peralatan yang terdapat pada suatu sistem dari jarak jauh, SCADA bekerja mengumpulkan informasi kemudian mentransfernya ke sentral dengan membawa data-data dan sinyal kontrol (status) yang kemudian diperagakan pada sejumlah layar operator ( Isworo Pujotomo ).

Sistem SCADA secara tradisional digunakan kombinasi komunikasi radio dan serial secara langsung atau koneksi modem yang memenuhi persyaratan, meskipun Ethernet dan IP melalui SONET/SDH juga sering digunakan pada tempat yang besar seperti railways dan power stations. Pengelolaan atau fungsi pemantauan sebuah sistem SCADA sering mengacu pada sistem telemetri ( He Hong-jiang, dkk, 2009 ).

Fungsi SCADA adalah mengumpulkan informasi, mengirimkan kembali ke pusat informasi, membawa serta beberapa analisis yang dibutuhkan serta mengendalikan dan kemudian menampilkan informasi pada sejumlah layar operator. Sistem secara otomatis mengendalikan kerja dan proses otomasi ( Kim Tai-hoon, "Securing Communication of SCADA Components in Smart Grid Environment," 2011 ).

Sistem SCADA mempunyai tiga bagian utama yaitu: RTU (Remote Terminal Unit), Sistem Komunikasi (Communication System), dan MS (Master Station). RTU merupakan pengendali utama pada sistem lokal dan berfungsi mengatur serta mengirimkan data pengaturan lokal ke Master Station melalui sistem komunikasi. Pada sistem komunikasi berfungsi untuk mengirimkan data dari sistem pengawasan ke bagian penerima, oleh karena itu, SCADA dapat dipantau (Mukhtar Alief

Rakhman, dkk, "Design and Implementation Human Machine Interface for Remote Monitoring of SCADA Connected Low-Cost Microhydro Power Plant," in CITEE, Yogyakarta, 2012 ).

Sistem otomatisasi modern dilengkapi dengan panel operasi menerapkan antarmuka HMI (Human-Machine Interface) untuk komunikasi antara operator dan proses industri yang otomatis. HMI adalah bagian utama dari aplikasi SCADA (Supervisory Control dan Data Acquisition) (Firman Beny, dkk, 2013 ). Sistem Jaringan merupakan komponen yang penting pada SCADA. Karena sistem harus mampu mengakomodasi proses dengan kontinuitas tinggi, dan dituntut memiliki performansi yang baik sehingga meminimalkan terciptanya delay informasi dari plant ke supervisor maupun sebaliknya (Prayudha Rezka Bunaiya, dkk, 2015 ).

Keuntungan penggunaan SCADA adalah:

- Mampu mengendalikan proses-proses yang kompleks
- Akses pengukuran kuantitatif dari proses-proses yang penting secara real time.
- Mendeteksi dini dan memperbaiki kesalahan secara cepat
- Mempermudah proses evaluasi kinerja untuk peningkatan efisiensi, dan
- Penghematan biaya.  
( E. H. Gary J. Finco 2006)

Langkah-langkah terkait teknis dalam upaya peningkatan keamanan jaringan SCADA:

- a. Identifikasi semua koneksi ke jaringan SCADA.

Melakukan analisis risiko menyeluruh untuk menilai risiko dan kebutuhan masing-masing koneksi ke jaringan SCADA. Melakukan analisis secara komprehensif terkait setiap koneksi ke jaringan SCADA. Mengidentifikasi dan mengevaluasi jenis berikut sambungan:

- Jaringan lokal dan jaringan secara lebih luas seperti WAN atau MAN
- Perangkat internet jaringan nirkabel, termasuk uplink satelit
- Modem atau koneksi dial-up
- Koneksi kemitra bisnis, vendor atau badan pengatur atau badan pengawas

( E. Nickolov (2005).

b. Koneksi yang tidak perlu segera diputus dari jaringan SCADA.

Untuk memastikan tingkat keamanan tertinggi dari sistem SCADA, mengisolasi jaringan SCADA dari jaringan lain merupakan hal yang masuk akal. Setiap koneksi ke jaringan lain yang menimbulkan risiko keamanan harus segera diputus dari jaringan SCADA, isolasi jaringan SCADA harus menjadi tujuan utama untuk memberikan perlindungan yang diperlukan. Strategi seperti pemanfaatan "zona demiliterisasi" (DMZ) dan data warehousing dapat memfasilitasi transfer data yang aman dari jaringan SCADA untuk jaringan bisnis. Namun harus dirancang dan implementasi dengan benar untuk menghindari muncul risiko tambahan melalui konfigurasi yang tidak benar. ( E. Nickolov (2005).

c. Mengevaluasi dan memperkuat keamanan koneksi yang tersisa ke jaringan SCADA.

Melakukan pengujian penetrasi atau analisis kerentanan koneksi yang tersisa ke jaringan SCADA untuk mengevaluasi terkait perlindungan pada jaringan tersebut. Hasil pengujian akan menjadi bahan evaluasi untuk manajemen risiko. Ketika terjadi adanya indikasi

kelemahan pada jaringan SCADA diharapkan untuk mengimplementasikan firewall, sistem deteksi intrusi (IDS/IPS), honeypot untuk SCADA dan langkah-langkah keamanan lain yang sesuai dengan praktisi terbaik. Manajemen organisasi harus memahami dan menerima tanggung jawab atas risiko yang terkait dengan koneksi ke jaringan SCADA ( E. Nickolov (2005).

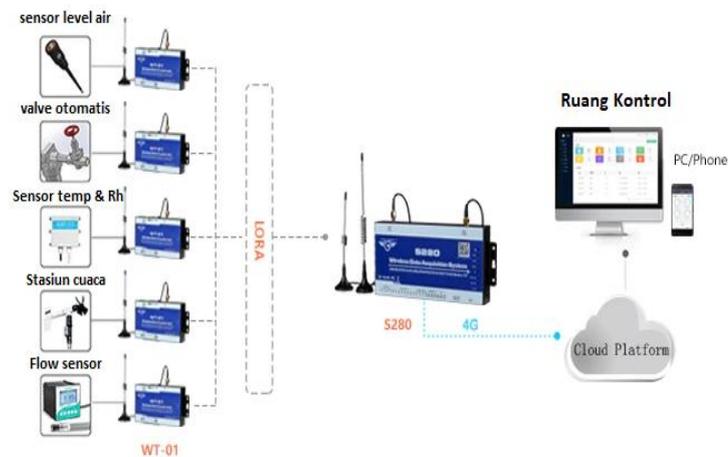
- d. Mempertegas jaringan SCADA dengan menghapus atau menonaktifkan layanan yang tidak perlu.

Server kontrol SCADA yang dibangun di atas sistem operasi komersial atau open source dapat terkena serangan melalui layanan jaringan yang masih dalam kondisi setting standar. Hal yang dapat dilakukan yaitu menghapus layanan yang tidak digunakan dan daemon jaringan yang tidak diperlukan untuk mengurangi risiko serangan langsung. Hal ini sangat penting ketika jaringan SCADA saling berhubungan dengan jaringan lain. Jangan membiarkan layanan atau fitur pada jaringan SCADA kecuali penilaian risiko menyeluruh sehingga konsekuensi yang memungkinkan layanan fitur menunjukkan bahwa manfaat dari layanan/fitur jauh lebih besar dari pada potensi eksploitasi kerentanan ( E. Nickolov (2005).

- e. Menerapkan sistem deteksi intrusi secara internal dan eksternal dan membangun 24 jam sehari terkait pemantauan insiden.

Untuk dapat secara efektif menangani serangan siber, membangun strategi deteksi intrusi yang mencakup memperingatkan administrator jaringan terkait aktivitas jaringan berbahaya yang berasal dari sumber internal atau eksternal. Monitoring sistem deteksi intrusi sangat penting dilakukan 24 jam sehari. Selain itu, prosedur penanganan insiden harus berada di lokasi untuk memungkinkan tanggapan yang efektif terhadap serangan apapun. Untuk melengkapi jaringan pemantauan, mengaktifkan logging pada semua sistem dan log sistem audit setiap hari untuk mendeteksi aktivitas yang mencurigakan sesegera mungkin ( E. Nickolov (2005).

## 2.6 Jaringan Lora



**Gambar 2.5** Jaringan Lora

Jaringan Low Power wide Area (LPWA) adalah teknologi komunikasi pada sistem Internet of Things (IoT), LPWA menawarkan konektivitas antara berbagai macam sensor maupun aktuator. Berbeda dengan teknologi broadband tradisional yang fokus ke high data rate dan low latency, namun LPWA berfokus pada komunikasi lokal nirkabel yang memiliki jangkauan wilayah luas, biaya penggelaran jaringan yang rendah, dan efisiensi energi untuk sisi sensor dan aktuator karena berkomunikasi secara langsung ke base station, yang dimana menghapus proses signaling untuk pendudukan kanal komunikasi. Teknologi konektivitas LPWA yang paling umum yang digunakan adalah Long Range (LoRa) WAN (L. Alliance, “LoRa WAN Specification,” 2017 ).

Long range (LoRa) Wide Area Network (WAN) : LoRaWAN diproyeksikan akan mensupport miliaran perangkat IoT dimasa mendatang, desain sistem yang mengoptimalkan umur baterai, coverage area dan biaya penggelaran yang murah. Pada physical layer LoRa yang berbasis chirp spread spectrum yang tetap hemat daya namun secara signifikan meningkatkan jarak. Chirp spread spectrum menyediakan komunikasi jarak jauh dan ketahanan yang baik terhadap interferensi. LoRaWAN mendefinisikan protokol komunikasi dan system architecture sedangkan LoRa physical layer memungkinkan sambungan komunikasi

jarak jauh ( K. Mikhaylov, dkk, “Analysis of Capacity and Scalability of the LoRa Low Power Wide Area Network Technology,” Univ. Oulu, Cent. Wirel. Commun. Finl., 2016 ). Jangkauan frekuensi 30MHz-3GHz dengan jangkauan jarak sampai dengan 40 km dalam implementasinya, Diaplikasikan pada area layanan mobile ( M. H. Ng, S. De Lin, dkk, “Coexistence studies for 3GPP LTE with other mobile systems,” IEEE Commun. Mag., 2009 ).

Kondisi existing penggunaan frekuensi untuk LoRa di Indonesia : Alokasi spectrum IoT yang saat ini yang sudah dipakai di berbagai negara adalah spektrum yang diatur oleh spesifikasi 3GPP, sedangkan kondisi real setiap negara berbeda penggunaan frekuensinya, seperti pada LoRa US 902-928 MHz. Kondisi ini tidak memberikan kepastian dan perlindungan hak bagi pemilik Izin Pita Frekuensi Radio (IPFR) yang sudah dialokasikan, IPFR juga dibebankan kewajiban untuk membayar Biaya Hak Penggunaan Frekuensi Radio oleh Pemerintah, sehingga sangat rawan terjadinya permasalahan interferensi di lapangan dan tidak adanya petunjuk teknis global yang terstandarisasi yang bisa dijadikan rujukan dalam penggelaran jaringan dan proses penanganan gangguan ( K.-H. Ke, dkk, “A LoRa wireless mesh networking module for campus-scale monitoring,” Proc. 16th ACM/IEEE Int. Conf. Inf. Process. Sens. Networks - IPSN '17, 2017 ).

LoRa merupakan teknologi dimana memiliki daya jangkau yang luas dengan daya konsumsi baterai rendah sehingga cocok untuk melakukan pemantauan pertanian di Indonesia yang dikenal dengan negara agraris karena luasnya lahan pertanian ( Wisduanto Richad Gilang, dkk, 2019 ).

Long range adalah teknologi nirkabel berdaya rendah yang menggunakan spektrum radio dengan pita frekuensi 433 MHz, 868 Mhz atau 915 MHz tergantung pada regulasi masing-masing negara (Wixted, A.J. et al., 2016). Untuk di Asia, frekuensi yang digunakan adalah 433 MHz. LoRa memiliki daya jangkau yang luas dengan konsumsi daya

baterai rendah, sehingga LoRa sangat cocok untuk memantau lingkungan lahan pertanian di Indonesia yang dikenal dengan negara agraris karena luasnya lahan pertanian yang dimiliki ( Wisduanto Richad Gilang, dkk, 2019 ).

## 2.7 Pompa Air

Saat ini Teknologi Listrik Tenaga Surya (Solar Energi Sistem) menjadi primadona yang disinyalir dapat mengatasi masalah – masalah tersebut. Di wilayah tropis, cahaya matahari dapat diperoleh secara cuma-cuma sepanjang tahun di mana saja, bahkan di tempat terpencil sekalipun. Selain itu, pemanfaatan tenaga surya untuk pompa irigasi ini tidak memakai batrai/accu sehingga tidak perlu dikontrol atau memerlukan perawatan yang berkala. Walaupun biaya investasi awal yang cukup besar, pengaplikasian pompa irigasi tenaga surya ini adalah program pemerintah. Dan oleh sebab itu, petani tidak diberatkan atas biaya investasi sedikitpun. Jadi pemanfaatan Teknologi Listrik Tenaga Surya untuk menggerakkan pompa air irigasi sangatlah ideal ( Effendi Asnal, dkk, 2018 ).

Menurut Abraham Laurens Rettob, dkk ( 2019 ) bahan – bahan yang digunakan dalam pembuatan pompa air bertenaga energi matahari adalah :

### a. Besi L

Bahan besi L siku dengan ukuran 50 x 50 mm sebanyak 2 buah digunakan untuk membuat Rangka utama yang berfungsi sebagai penyangga dan tempat dipasangnya komponen-komponen mesin seperti panel surya (solar cell), box controller, motor penggerak, inverter, baterai (accu), dan mesin pompa air. Desain rangka dirancang dengan dimensi panjang 1,5 m, lebar 0,7 m, tinggi sekitar 2 m.

### b. Motor penggerak dan mesin pompa

Motor penggerak berfungsi untuk memutar mesin pompa berdiameter 3 inci (sesuai dengan ukuran yang biasa dipakai oleh kelompok tani untuk pengairan sawah). Mesin yang digunakan memiliki spesifikasi putaran per menit (Revolution Per Minute, RPM) 1420 rpm, daya sebesar 220 V, dan frekuensi 50 Hertz (Hz). Motor penggerak dan mesin pompa dihubungkan dengan karet V-belt.

c. Baterai

Baterai digunakan untuk memberikan suplai arus pada inverter. Baterai yang digunakan memiliki kekuatan 70 Ah merk Yuasa.

d. Panel Surya dan Controller

Panel surya yang digunakan berkekuatan 100 wp Solarland Polycrystalline. Panel surya merupakan sebuah perangkat atau alat yang terdiri dari sel surya yang berfungsi mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik.

e. Perangkat controller

Perangkat ini bertujuan menampilkan kuat arus yang dihasilkan oleh panel surya saat proses re-charging. Selain itu, parameter kelistrikan lain seperti kuat arus yang digunakan saat beroperasi, arus dalam baterai, dan lain sebagainya dapat teramati pada layar controller.

f. Inverter

Arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya merupakan arus searah (DC). Oleh karena itu, untuk menghidupkan kebanyakan perangkat elektronik seperti motor penggerak yang menggunakan arus listrik bolak balik (AC), digunakan inverter yang berperan untuk mengubah arus listrik DC menjadi AC. Inverter yang digunakan dalam pembuatan alat ini berkapasitas 1000 w.

## Perhitungan Volume Box Pintu Air dan Luas Penampang Pipa

( Haydir,2019 )

Analisa Volume Box	Luas Penampang Pipa
$V = P . L . t$	$A = \frac{1}{4} \pi . D^2$

### 2.8 Sedimentasi Pada Pisanisasi Jaringan Irigasi

Penggunaan pipa sebagai saluran tertutup dibidang irigasi dewasa ini banyak diterapkan di berbagai negara termasuk di Indonesia, sebagai upaya untuk mengoptimalkan pemanfaatan air irigasi. Dengan sistem ini kehilangan air di sepanjang penyaluran dapat ditekan, sehingga efisiensi penyaluran air irigasi dapat ditingkatkan (Rahmandani Dadan, dkk, 2014 ).

Kenyataan di lapangan penerapan sistem irigasi pipa ini, sangat bergantung pada ketersediaan tinggi energi. Tinggi energi yang kurang akan berpengaruh terhadap kinerja irigasi pipa, salah satunya adalah kecepatan aliran air menjadi rendah. Kecepatan aliran rendah dapat menyebabkan pengendapan partikel padat (sedimentasi), terutama untuk irigasi dengan kondisi air yang kurang baik (banyak mengandung partikel endapan). Sedimentasi pada jaringan pipa dapat menyumbat aliran air dan mengecilkan diameter pipa, sehingga kebutuhan air di lahan pertanian rentan tidak terpenuhi (Rahmandani Dadan, dkk, 2014 ).

Lahan datar merupakan lahan yang mempunyai kemiringan sangat kecil, sehingga tidak dimungkinkan untuk penerapan irigasi pipa bertekanan dengan sistem gravitasi. Pada dasarnya aliran dalam pipa dapat diciptakan terbuka (tidak penuh), sehingga sifat dan karakteristik aliran dapat disamakan seperti aliran pada saluran terbuka. Dengan sifat dan karakteristik aliran terbuka, diharapkan irigasi pipa tidak memerlukan

tinggi energi besar, sehingga aliran yang terjadi dapat mengalirkan air irigasi sesuai dengan kebutuhan tanpa terjadi efek negatif seperti sedimentasi (Rahmandani Dadan, dkk, 2014 ).

Dalil utama perencanaan saluran yang stabil adalah bahwa semua sedimen yang masuk ke dalam saluran harus semua terangkut tanpa terjadi sedimentasi dan penggerusan. Oleh sebab itu, kapasitas angkut relatif  $T/Q$  ( $T$  = angkutan sedimen,  $Q$  = debit) harus konstan sepanjang ruas saluran. Jika kapasitas angkutnya mengecil, akan terjadi sedimentasi dan jika kapasitasnya membesar, saluran akan tergerus ( KP Irigasi 03, 1986 ).

Menurut kriteria perencanaan irigasi tahun 1986, ada dua cara angkutan sedimen, yakni angkutan sedimen layang dan angkutan sedimen dasar. Jika dipertimbangkan angkutan sedimen layang, Vlugter memberikan aturan bahwa partikel-partikel yang lebih kecil dari 0,05 sampai 0,07 mm,  $v_1$  adalah konstan. kriteria yang sama dikemukakan oleh De Vos (1925), yang menggunakan pertimbangan energi, seperti berikut:

$$T/Q = p g v I$$

Keterangan:

$T$  = Banyaknya sedimen yang diangkut,  $m^3/s$

$Q$  = Debit,  $m^3/s$

$p$  = Kerapatan air,  $kg/cm^3$

$g$  = Percepatan gravitasi,  $m/s^2$

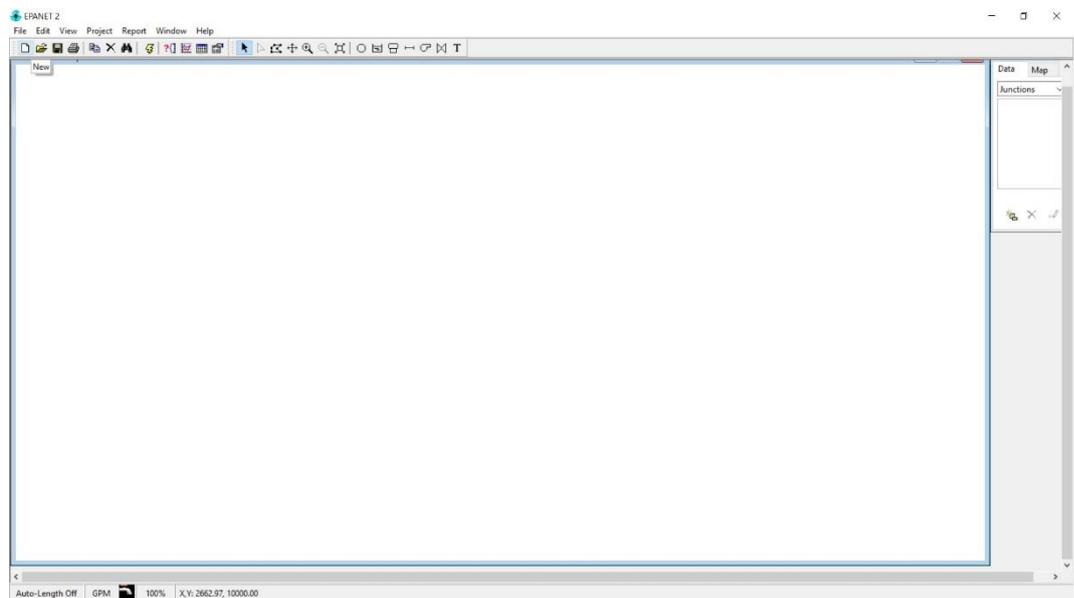
$v$  = Kecepatan aliran,  $m/s$

$I$  = Kemiringan energi

Efisiensi Penyaluran : Jaringan irigasi pipa, merupakan jaringan irigasi yang mampu menekan kehilangan air di sepanjang saluran. Pada penelitian ini jaringan pipa direcanakan dengan menggunakan pipa PVC yang dikenal kedap terhadap rembesan. Air dialirkan secara gravitasi langsung

menuju boks outlet petakan sawah melalui saluran pipa-pipa PVC yang ditanam dibawah permukaan tanah. Dalam hal penggunaan jaringan irigasi pipa efisiensi irigasi di saluran dapat mencapai lebih dari 98 % (Rahmandani dkk, 2013), dengan asumsi jaringan irigasi pipa dalam kondisi baik dan tidak bocor, sehingga tidak akan menyebabkan terjadinya kehilangan air di sepanjang saluran, baik dari mulai saluran primer sampai dengan saluran tersier (Rahmandani Dadan, dkk, 2014 ).

## 2.9 Epanet



**Gambar 2.6** Epanet 2.0

Epanet adalah ( Environmental Protection Agency Network ) adalah sebuah program komputer (model) yang melaksanakan simulasi hidraulik dan perilaku kualitas air di dalam suatu jaringan pipa distribusi air minum (pipa bertekanan). Suatu jaringan distribusi air minum terdiri dari pipa – pipa, node (percabangan pipa) pompa, tangki air atau reservoir dan katup – katup.( Pekerjaan Umum, November 2018, Pengenalan Program Epanet, <https://bpsdm.pu.go.id/>, Diakses pada : 16 Januari 2020).

Program EPANET merupakan aplikasi komputer dalam sistem WINDOWS 95/98/2000/Me maupun NT 2000, yang terintegrasi dalam editing jaringan input data, simulasi hidrolis dan kualitas air yang dapat dilihat outputnya dalam berbagai format seperti kode jaringan yang berwarna, tabel, desain grafik terhadap variabel waktu yang dikehendaki.

Kegunaan program EPANET yaitu :

- a. Didesain sebagai alat untuk mengetahui perkembangan dan pergerakan air serta degradasi unsur kimia yang ada dalam air di pipa distribusi.
- b. Dapat digunakan sebagai dasar analisa dan berbagai macam sistem distribusi, detail desain, model kalibrasi hidrolis, analisa sisa klor dan beberapa unsur lainnya.
- c. Dapat membantu menentukan alternatif strategis manajemen dalam sistem jaringan pipa distribusi air bersih.

## 2.10 AutoCAD

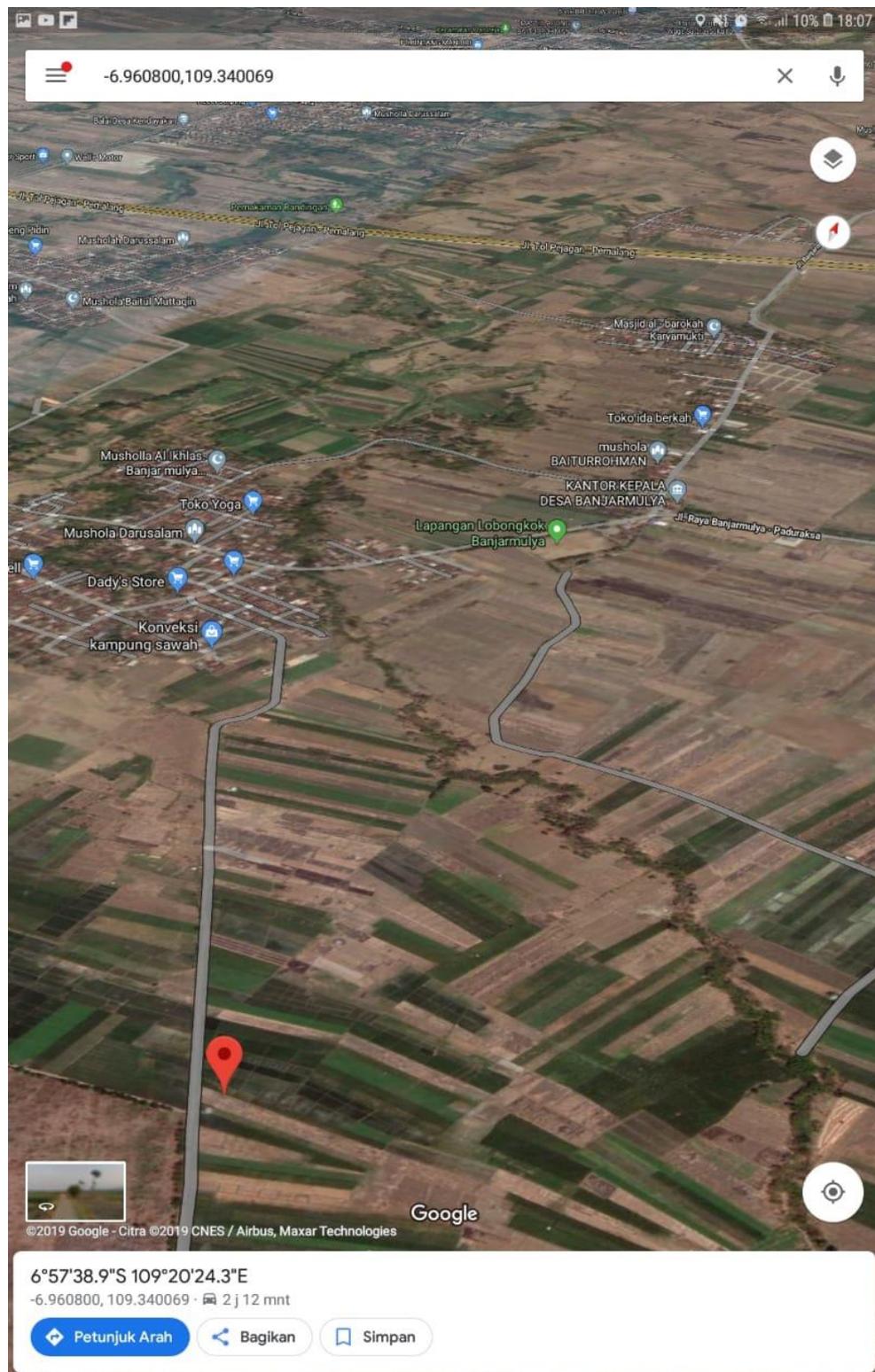


**Gambar 2.7** Program AutoCAD

AutoCAD adalah suatu aplikasi desain dibantu komputer (computer aided design) yang digunakan untuk mendesain atau penyusunan model dalam bentuk 2D dan 3D.

Program AutoCAD ini memiliki banyak perintah yang dapat digunakan untuk membuat perancangan dan juga memiliki banyak fasilitas dan fitur untuk pemodelan objek – objek desain sehingga banyak digunakan diberbagai bidang spesialis perancangan seperti arsitek, sipil, mesin dan lain sebagainya. (Reza Aditya, 23 April 2017, Memahami Apa Itu AutoCAD, <https://www.arsicad.id/>, Diakses pada : 16 Januari 2020).

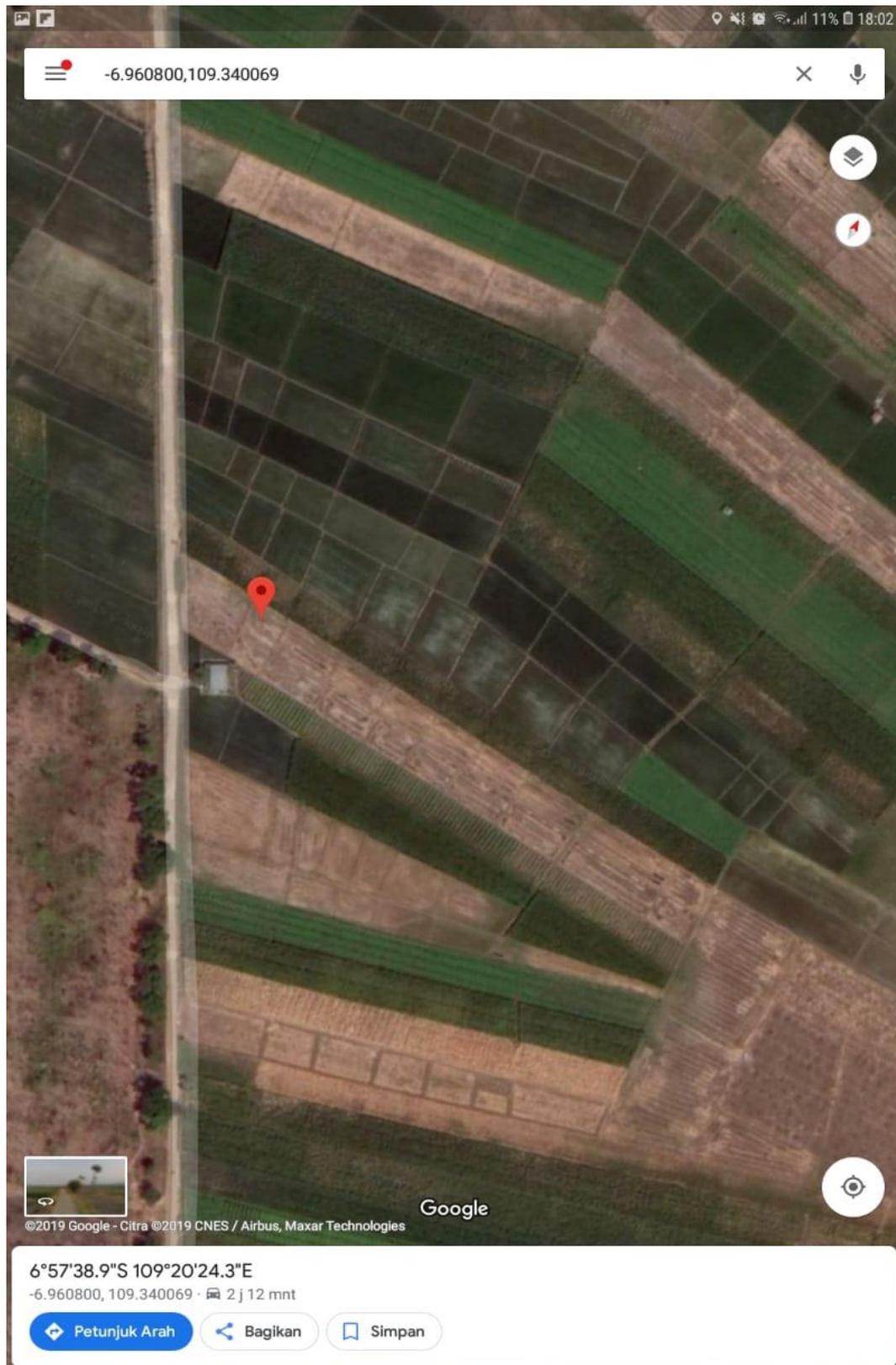
## 2.11 Lokasi Studi Kasus



**Gambar 2.8** Peta Desa Banjarmulya



**Gambar 2.9** Lokasi Persawahan di Desa Banjarmulya



**Gambar 2.10** Tampak Atas Persawahan di Desa Banjar Mulyo



**Gambar 2.11** Rumah Pompa

## 2.12 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan sebuah upaya peneliti untuk membuat suatu perbandingan dan selanjutnya untuk mendapatkan inspirasi baru dari penelitian yang telah ada, disamping itu penelitian terdahulu membantu penelitian dalam memposisikan penelitian serta menunjukkan orisinalitas dari penelitian.

Penelitian terdahulu juga menjadi sebuah acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat mengetahui banyak teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang akan dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis.

Pada bagian ini peneliti mencantumkan berbagai hasil dari penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang hendak dilakukan kemudian membuat ringkasannya, baik penelitian yang telah terpublikasikan atau belum terpublikasikan ( skripsi, tesis, disertasi dan sebagainya ). Dengan melakukan langkah ini maka akan dapat dilihat sejauh mana orisinalitas dan posisi penelitian yang hendak dilakukan. Berikut merupakan beberapa penelitian yang mempunyai relasi atau keterkaitan dengan penelitian ini. Dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini :

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu

Nama	Judul	Penelitian
<p>a. Pradita Kusuma Wardani</p> <p>b. Riris Rusmika</p>	<p>ANALISIS HIDROLOGI DAN SIMULASI KAPASITAS POMPA SUB SISTIM KALI TENGGANG SEMARANG</p>	<p>Kota Semarang sebagai ibu kota provinsi Jawa Tengah memiliki permasalahan yaitu banjir karena air hujan dan rob, Pada kondisi ini banjir masuk ke pemukiman melalui air hujan yang membuat daerah disekitarnya tergenang. Salah satu daerah yang sering terkena banjir yaitu didaerah aliran kali tenggang, kali tenggang termasuk salah satu sistim drainase yang ada di Semarang, debit sungai yang dihitung dengan periode ulang lima tahun adalah 150,3 m<sup>3</sup>/dt serta potensi sedimentasi 26,164 m<sup>3</sup> pertahun (DPU Semarang) Dalam penelitian ini melakukan analisis perhitungan debit dan simulasi kapasitas pompa sebagai perencanaan teknis perhitungan dimensi kolam retensi dan catchment area sebagai dasar perhitungan kapasitas pompa secara keseluruhan. Analisis ini menggunakan peta rupa bumi untuk menentukan catchment area, besarnya curah hujan, debit banjir rancangan. Setelah dilakukan uji Chi-Square dan Smirnov Kolmogorof metode Distribusi Normal dan Metode Distribusi Log</p> <p>Pearson Type III yang digunakan untuk menghitung besarnya curah</p>

		<p>hujan rancangan. Metode Rasional digunakan untuk menghitung debit banjir rencana 5 tahunan. Hasil perhitungan curah hujan rancangan dan debit banjir rencana digunakan untuk analisis dimensi Kolam Retensi (Long Storage).</p>
<p>a. Amrul hidayat b. Agung Satrio Wibowo</p>	<p>PERENCANAAN JARINGAN PIPA AIR MINUM DI KABUPATEN PATI DENGAN PROGRAM EPANET</p>	<p>WTP I Tambakromo yang direncanakan dibangun di Kecamatan Tambakromo dengan debit rencana 50 ltr/dtk. PDAM Tirta Bening Pati menginginkan lokasi WTP I ditanah depan Kantor Cabang PDAM Unit Tambakromo dengan jaringan pipa eksisting melayani 22 Desa di dua Kecamatan yakni Kecamatan Gabus dan Kecamatan Winong.</p> <p>Dengan proyeksi perencanaan 15 tahun yang akan datang dari tahun dasar perencanaan 2012 hingga tahun 2026. Proyeksi pertumbuhan penduduk daerah eksisting 15 tahun mendatang. Proyeksi kebutuhan rata-rata pada tahun proyeksi 2026 : 37,46 ltr/dtk, proyeksi kebutuhan air pada jam puncak : 56,21 ltr/dtk, sedangkan proyeksi kebutuhan harian puncak : 41,63 ltr/dtk.</p> <p>Proyeksi perhitungan headloss mayor dengan rumus Darcy-weisbach adalah 0,154 m.</p>

		<p>Untuk headloss minor pada jalur P : 0,115 m, headloss minor pada jalur A dan B : 0,029 m, dan headloss minor pada jalur D dan E : 0,023 m. Analisis dengan jaringan dengan</p> <p>Program Epanet 2.0. Untuk head dan pressure jam puncak aliran pada node paling ujung</p> <p>(G, J, dan L) memiliki pressure di atas 10 meter kolom air (mka) adalah G = 40,78 m dan</p> <p>31,38 mka, J = 40,78 m dan 34,59 mka, L = 37,09 m dan 28,89 mka. Head dan pressure pada jam non konsumsi pada node yang sama adalah G = 44,28 m dan 34,88 mka, J =</p> <p>43,88 m dan 38,71 mka, L = 42,85 m dan 34,64 mka.</p>
<p>a. Aldion Kurnia Rachman</p> <p>b. Anggoro Yudho Nuswantoro</p>	<p>ANALISIS HIDROLOGI DAN SIMULASI KAPASITAS POMPA SUB SISTEM POLDER SUNGAI MEDURI DAN SUNGAI SENGKARANG KABUPATEN PEKALONGAN</p>	<p>Kabupaten Pekalongan sebagai salah satu kabupaten di Jawa Tengah yang memiliki permasalahan di pesisir yaitu banjir karena air hujan, Pada kondisi ini banjir masuk ke pemukiman melalui air hujan yang membuat daerah disekitarnya tergenang. Banjir diprediksi akan meningkat karena naiknya muka air laut sepanjang Pantai Pekalongan berkisar antara 4,46-4,60 mm/tahun (Departemen</p>

		<p>Kelautan dan Perikanan RI, 2009). Sehingga banjir yang terjadi di Pekalongan semakin tinggi dan meluas tiap tahunnya. Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Tirto, Kabupaten Pekalongan. Dalam penelitian ini melakukan analisis perhitungan debit dan simulasi kapasitas pompa sebagai perencanaan teknis perhitungan dimensi kolam retensi dan catchment area sebagai dasar perhitungan kapasitas pompa secara keseluruhan. Analisis ini menggunakan peta rupa bumi untuk menentukan catchment area, besarnya curah hujan, debit banjir rancangan. Setelah dilakukan uji ChiSquare dan Smirnov Kolmogorof metode Distribusi Normal dan Metode Distribusi Log Pearson Type III yang digunakan untuk menghitung besarnya curah hujan rancangan. Metode Rasional digunakan untuk menghitung debit banjir rencana 5 tahunan. Hasil perhitungan curah hujan rancangan dan debit banjir rencana digunakan untuk analisis dimensi Kolam Retensi (Long Storage).</p>
--	--	---