

Taman Produktif Masyarakat dengan *Vertical Garden by Aquaponik System (Vgas)* Berbasis Distribusi Terkendali di Kampung Code Yogyakarta

Khabib Anwari¹, Hasaka Dewa Rangga², Hindun Hidayatun Na'imah³

¹Pendidikan Teknik Boga, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

²Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

³Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

¹khabibanwari@gmail.com, ²hasaka.dewa@student.uny.ac.id, ³hindunhn26@gmail.com

Abstract

The high population of Code Village causes the area become densely and slum area. It is exacerbated by the low level of family welfare that affecting the fulfillment of family needed. Vertical Garden by Aquaponik System (VGAS) is a solution to realize a clean environment and can provide foodstuffs. Aquaponic technology is a combination of aquaculture and hydroponics technologies to optimize water and space available functions as a maintenance media (Nugroho et al., 2012). Waste produced by fish is used as fertilizer for plants (Wahab et al., 2010). VGAS consists of fish storage, controlled distribution pipes, planting media or vertical garden, and energy sources. The water is distributed to the planting media in civil homes according to the needs of the plants that controlled by controlled distribution system. The method of writing in this scientific paper is descriptive qualitative. In addition, the authors use a variety of appropriate reference problems which called library research. The steps of writing on this paper is formulating the problem, collecting the data, processing the data, analysis and synthesis (discussion), and conclusion. The results obtained from this paper are (1) VGAS design and prototype. (2) The working principle, that is fish maintenance pool, controlled distribution pipeline, planting medium, energy source, and management system. With this system, the environment is expected to be maintained and the space around the house to be productive area.

Keywords : *Kampung Code, environment,*

VGAS Pendahuluan

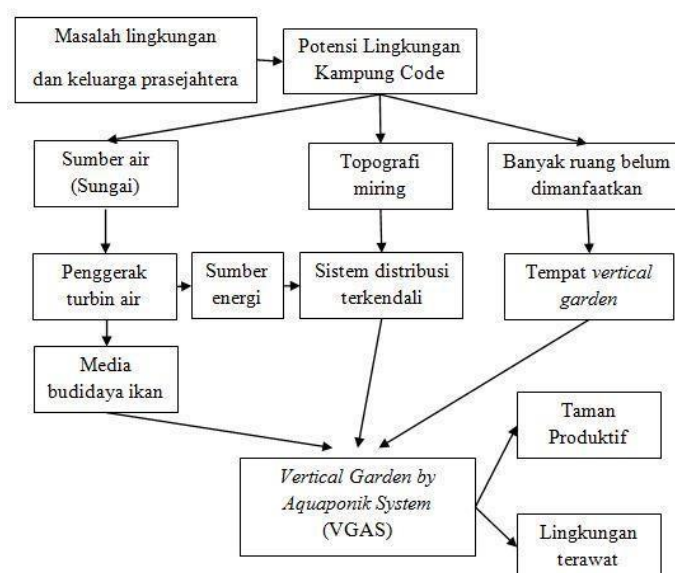
Kota Yogyakarta memiliki tingkat kepadatan penduduk tertinggi di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dimana pada tahun 2010, tercatat setiap 1 km² rata-rata penduduknya mencapai 11.941 jiwa. Kondisi ini diperparah dengan tingginya jumlah warga miskin yaitu sekitar 15,24% dari total jumlah penduduknya atau sebanyak 20.456 keluarga (<http://www.radarjogja.go.id>). Salah satu masalah yang dihadapi oleh masyarakat perkotaan dengan tingkat ekonomi yang rendah tersebut adalah kemampuan untuk memiliki tempat tinggal, sehingga mereka hanya mempunyai sedikit pilihan untuk mengusahakan tempat tinggal. Pilihan terburuk adalah di sepanjang bantaran sungai, yaitu di bantaran sungai Code. Hal ini dibuktikan dengan hasil wawancara yang dilakukan penulis di salah satu Kampung di bantaran sungai Code yaitu di RT 01 RW 01 Kampung Code Utara. Tercatat pada tahun 2016, jumlah penduduk RT 01 RW 01 Kampung Code Utara diperkirakan adalah sebanyak 190 warga dengan 62 Kepala Keluarga (KK). Kepadatan penduduk di bantaran sungai ini menciptakan lingkungan yang terkesan sempit dan kumuh. Tingkat pendidikan masyarakat Kampung Code Utara mayoritas masih rendah, mulai dari pendidikan dasar bahkan tidak mengenyam pendidikan sama sekali. Anak – anak belajar di rumah belajar yang diselenggarakan oleh relawan. Penduduk Kampung Code Utara umumnya berada pada sektor informal diantaranya adalah pedagang (angkrikan, burung, pakaian), tukang becak, pengumpul barang bekas, dan petugas kebersihan, sedangkan kaum wanita pada umumnya tidak memiliki mata

pencarian atau sebagai ibu rumah tangga saja. Pekerjaan mayoritas warga Kampung Code Utara mempunyai pendapatan rendah dan tidak tetap sehingga mereka tidak dapat berpindah ke permukiman yang lebih layak. Keadaan tersebut diperburuk dengan kualitas pengelolaan lingkungan yang buruk. Berdasarkan hasil observasi di Kampung Code, sistem drainase pembuangan limbah di sepanjang jalan gang tersumbat dan terbuka sehingga menimbulkan bau tidak enak. Lingkungan sekitar rumah nampak tandus dan banyak debu berterbangan karena tidak ada tanaman. Padahal, Kampung Code dekat dengan sumber air yang bisa dimanfaatkan untuk melestarikan lingkungan sekaligus menambah pendapatan keluarga seperti budidaya ikan dan hidroponik.

Sayangnya, potensi tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal. Air sungai hanya digunakan untuk keperluan mencuci dan membuang limbah rumah tangga. Dengan demikian, diperlukan solusi pemberdayaan masyarakat serta penataan daerah bantaran sungai agar berdaya guna serta terbebas dari kesan kumuh. *Vertical Garden by Aquaponik System* (VGAS) merupakan solusi yang sangat tepat untuk mewujudkan lingkungan yang bersih bahkan juga dapat menyediakan tanaman pangan bagi masyarakat di sekitar Sungai Code. Sistem VGAS menerapkan teknologi aquaponik (gabungan teknologi akuakultur dan *hydroponik*) dalam satu sistem untuk mengoptimalkan fungsi air dan ruang sebagai media pemeliharaan ikan (Nugroho *et al.*, 2012). Air dari kolam ikan didistribusikan ke media tanam di rumah warga sesuai kebutuhan tanaman yang dikendalikan oleh sistem distribusi terkendali. Dengan sistem ini, diharapkan lingkungan menjadi terawat dan ruang di sekitar rumah menjadi produktif. *Vertical Garden by Aquaponik System* (VGAS) sangat mungkin diterapkan dengan masih tersedianya lahan produktif yang saat ini masih belum dimanfaatkan. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui rancangan *Vertical Garden by Aquaponik System* (VGAS) sistem distribusi terkendali dalam pembuatan taman produktif di Kampung Code serta untuk mengetahui prinsip kerja *Vertical Garden by Aquaponik System* (VGAS) sistem distribusi terkendali dalam pembuatan taman produktif di Kampung Code.

Metode Penulisan

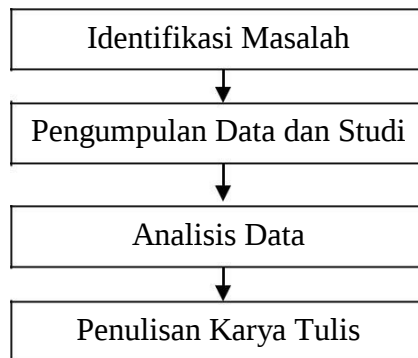
Kerangka konseptual dalam penulisan karya tulis ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Kerangka Konseptual

a. Jenis Penelitian

Jenis penulisan yang digunakan adalah penulisan deskriptif kualitatif. Menurut penjelasan dari Hadari (2005) metode deskriptif merupakan prosedur pemecahan masalah dengan penggambaran keadaan subjek atau objek penelitian berdasarkan fakta yang nampak sebagaimana adanya. Penulisan karya tulis ini memiliki alur yang digambarkan dalam bagan berikut :



Gambar 2. Alur Penulisan Karya Tulis

b. Teknik Pengumpulan Data

1. Studi Pustaka

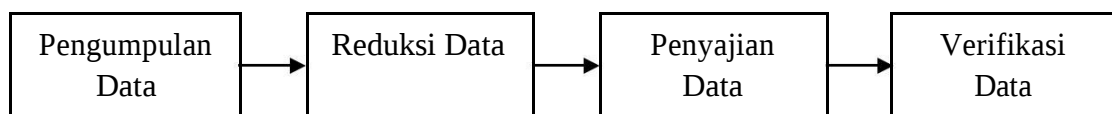
Pada metode ini, penulis menggunakan sumber pustaka sebagai sumber data primer seperti jurnal, laporan hasil penelitian, surat kabar, buku yang relevan mengenai potensi ruang di sekitar pemukiman padat penduduk, rekayasa sistem *vertical garden*, sistem aquaponik, pengoperasian mikrokontroler ATMEGA, dan sistem distribusi terkendali dalam sistem akuakultur.

2. Observasi

Pada metode ini, penulis melakukan peninjauan lapangan di pemukiman Kampung Code, petani sayuran konvensional (media tanah), dan warga di Kampung Code yang disertai wawancara tidak terstruktur untuk mengetahui informasi yang diperlukan dalam pembuatan karya tulis ini.

c. Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan memadukan beberapa informasi untuk dijadikan suatu ide dan gagasan untuk memberi solusi terhadap rumusan masalah. Sehingga dapat dikatakan teknik analisis data dilakukan dengan deskriptif argumentatif, dengan tulisan yang bersifat deskriptif, menggambarkan tentang *Vertical Garden by Aquaponik System (VGAS)* berbasis sistem distribusi terkendali.

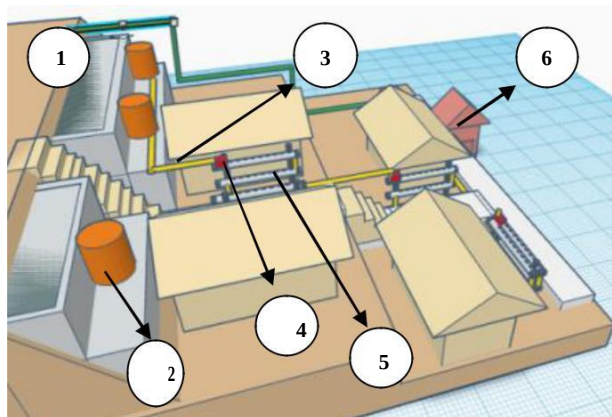


Gambar 3. Alur Analisis Data

Hasil dan Pembahasan

Kondisi kampung di sekitar Sungai Code, salah satunya Kampung Code Utara sangat memprihatinkan. Tidak tersedianya lahan yang luas serta rendahnya pendidikan warga menjadi penyebab utama permasalahan lingkungan yang terjadi di wilayah ini. Solusi untuk memecahkan permasalahan tersebut yaitu dengan *Vertical Garden by Aquaponik System* (VGAS) berbasis sistem distribusi terkendali dalam pembuatan taman produktif. Lahan yang sangat sempit di sekitar rumah warga dapat dimanfaatkan secara maksimal dengan VGAS.

VGAS merupakan pengembangan dari konsep akuakultur yang dimodifikasi untuk menjadi solusi permasalahan lingkungan serta sosial di wilayah bantaran sungai yang padat penduduk. Pada budidaya dengan konsep akuakultur di Indonesia masih belum maksimal karena resirkulasi air belum diatur sesuai dengan karakteristik tanaman. Hal tersebut terjadi karena tanaman tidak mempunyai kesempatan untuk mendapatkan oksigen akibat akar secara terus menerus terendam oleh air dan kecepatan aliran air yang tidak terkendali menyebabkan tanaman kesulitan dalam menyerap nutrisi di air. Maka untuk memaksimalkan hasil panen, VGAS dilengkapi dengan Sistem Distribusi Terkendali (SDT). SDT adalah bagian dari VGAS yang terdiri dari beberapa komponen termasuk mikrokontroler Atmega 16 yang dapat mengendalikan debit air dan kekuatan aliran air pada media tanam sesuai dengan kebutuhan tanaman. SDT memungkinkan hasil budidaya tanaman lebih maksimal dengan cara yang efektif dan efisien. VGAS memanfaatkan sumber daya yang ada di wilayah Kampung Code sehingga biaya operasional lebih murah dan sistem kerjanya lebih efektif dan efisien. VGAS tidak menggunakan listrik PLN karena sudah dilengkapi dengan PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) dengan turbin *low head*. PLTMH akan dibangun di Kampung Code di area dekat Sungai Code.



Keterangan :

1. Kolam ikan
2. *Solid filter*
3. Pipa distribusi
4. Sistem kontrol (SDT)
5. Media penanaman
6. PLTMH

Gambar 4. Ilustrasi Kampung Code dengan VGAS

Ikan yang dipelihara dalam teknologi ini adalah semua ikan tawar terutama yang tidak membutuhkan kesediaan oksigen yang tinggi dalam air seperti Lele, Bawal, Patin, dan Nila. Harga jual dari jenis ikan tersebut tergolong tinggi. Selain itu, pada penelitian sebelumnya telah dibuktikan bahwa jenis ikan tersebut dapat meningkatkan kualitas air untuk mencukupi kebutuhan nutrisi tanaman.

Tabel 1. Kualitas Air Budidaya Ikan Lele

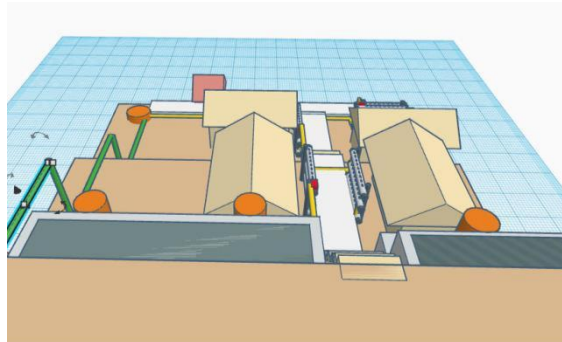
Parameter kualitas air	Kisaran
Amoniak (NH ₃)	0,05 ppm
pH	6,5 – 8
Suhu	20 -30o C, optimal 27o C
Oksigen terlarut	>3 ppm

Sumber : Khairuman et al., 2002

VGAS terdiri dari beberapa komponen yang terhubung, adapun komponen atau bagian – bagian tersebut adalah :

1. Kolam Ikan

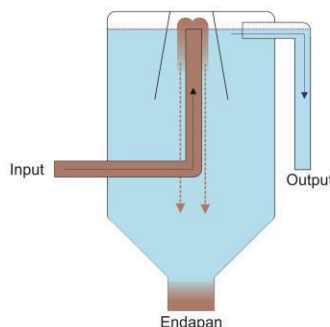
Kolam ikan dibuat dari beton karena lebih kuat menahan tekanan air. Hal tersebut dikarenakan kolam ikan dibangun di atas lereng di Kampung Code yang mempunyai kemiringan hampir 45°. Kolam ikan ada di tempat yang lebih tinggi agar air dapat disirkulasikan ke media tanam dengan gaya gravitasi. Selain itu, kolam ikan yang dibangun dengan konsep sawah *sengkedan* atau terasering dapat memperkuat struktur tanah dalam menahan air hujan sehingga tidak longsor. Dalam alat VGAS, populasi ikan dapat disesuaikan dengan ukuran kolam. Pengelolaan kolam ikan dilakukan secara gotong royong sehingga dapat menjadi sarana untuk mempererat persatuan sekaligus menjadi media pembelajaran karakter bagi anak – anak di Kampung Code.



Gambar 5. Kolam Ikan

2. Solid filter

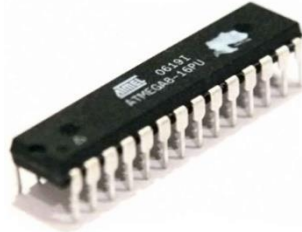
Budidaya tanaman berbasis aquaponik diperlukan sistem penyaringan solid atau padatan yang ada di dalam air kolam untuk menghindari penyumbatan pada pori – pori media pertumbuhan (Nofi A. Rokhamah *et. al*, 2014). *Solid filter* memisahkan padatan terlarut dari air yang mengandung kotoran ikan karena berat jenis padatan terlarut lebih besar dibandingkan dengan air.



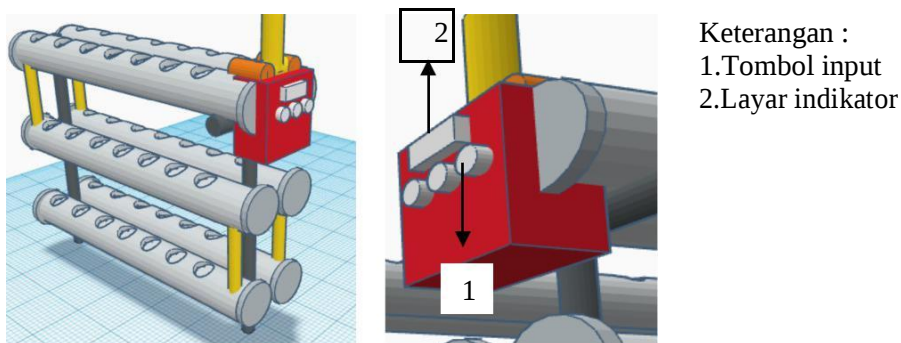
Gambar 6. Solid filter

3. Sistem Distribusi Terkendali (SDT)

Pengaturan intensitas pengairan dilakukan secara otomatis berdasarkan waktu penyerapan nutrisi oleh tumbuhan dan debit aliran air (1 liter per menit per media). Pipa input dilengkapi dengan katup otomatis yang dapat mengatur jumlah air yang masuk. Katup tersebut dikendalikan oleh mikrokontroler Atmega 16. Pemrograman menggunakan perangkat lunak CodeVision AR. Mikrokontroler Atmega 16, berfungsi sebagai otak yang memberi perintah kepada servo dan relay secara keseluruhan. Relay berfungsi sebagai pemotong dan penghantar arus, pada saat kontrol timer menunjukkan waktu pengairan maka relay akan meneruskan arus untuk membuka katup pipa sehingga air dapat masuk ke media tanam.



Gambar 7. Mikrokontroler Atmega 16



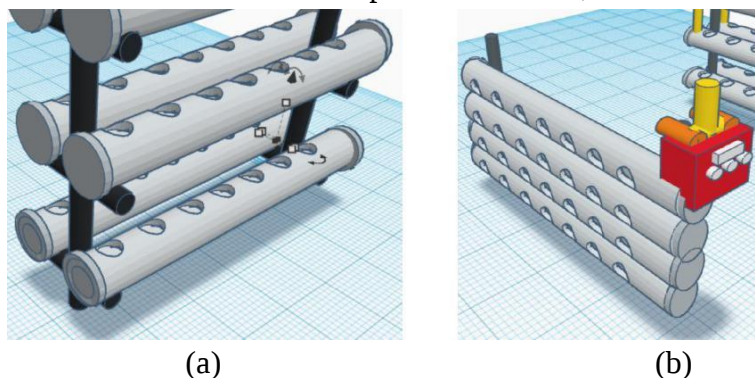
Keterangan :
1. Tombol input
2. Layar indikator

Gambar 8. SDT pada media tanam

Sistem di setiap *vertical garden* bisa diatur sesuai dengan jenis tanaman dan umur tanaman sehingga setiap media penanaman intensitas air yang digunakan berbeda.

4. Media Penanaman

Talang yang digunakan merupakan talang yang banyak tersedia dipasaran dengan ukuran lebar 13-17 cm dan panjang 4 meter. Untuk setiap satu meter talang dapat menghasilkan kurang lebih 0,5-1 kg produksi sayur. Media penanaman terdiri dari pipa PVC berukuran yang sudah diberi lubang, gelas air mineral bekas untuk tempat media tanam, dan media tanam.



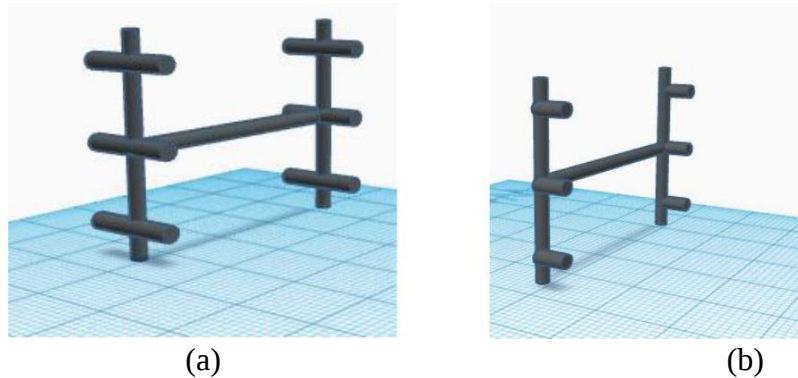
(a)

(b)

Gambar 9. Media Penanaman (a) model hidroponik (b) model *vertical garden*.

Media tanam yang digunakan dapat berupa bahan organik maupun anorganik tergantung pada ketersediaan media. Media organik yang dapat digunakan adalah arang sekam, serbuk gergaji,

sabut kelapa, akar pakis, vermikulit, gambut, dan lain-lain. Kemampuan menyimpan air dan nutrisi tinggi, baik bagi perkembangan mikroorganisme bermanfaat (mikroriza dan lain-lain), aerasi optimal (porus), kemampuan menyangga pH tinggi, sangat cocok bagi perkembangan perakaran. Sedangkan untuk media anorganik dapat menggunakan batu zeolit sebagai sistem penyaringan air atau dapat diganti dengan batu kerikil. Kerangka media penanaman terbuat dari besi berukuran. Kerangka besi berfungsi untuk menopang media penanaman.



Gambar 10. Kerangka Taman Produktif (a) hidroponik (b) *vertical garden*.

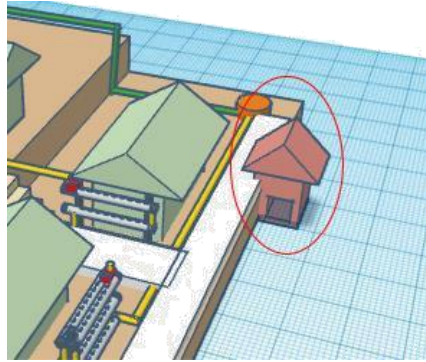
Tanaman yang dikembangkan dalam VGAS adalah tanaman produksi yang bersifat tanaman annual (semusim). Meliputi selada, sawi, pakchoi, tomat, wortel, asparagus, brokoli, cabai, seledri, bawang merah, bawang putih, bawang daun, terong, melon, tomat, mentimun, semangka, strawberi, paprika, dan lain-lain.



Gambar 11. Contoh *vertical garden*.

5. PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro)

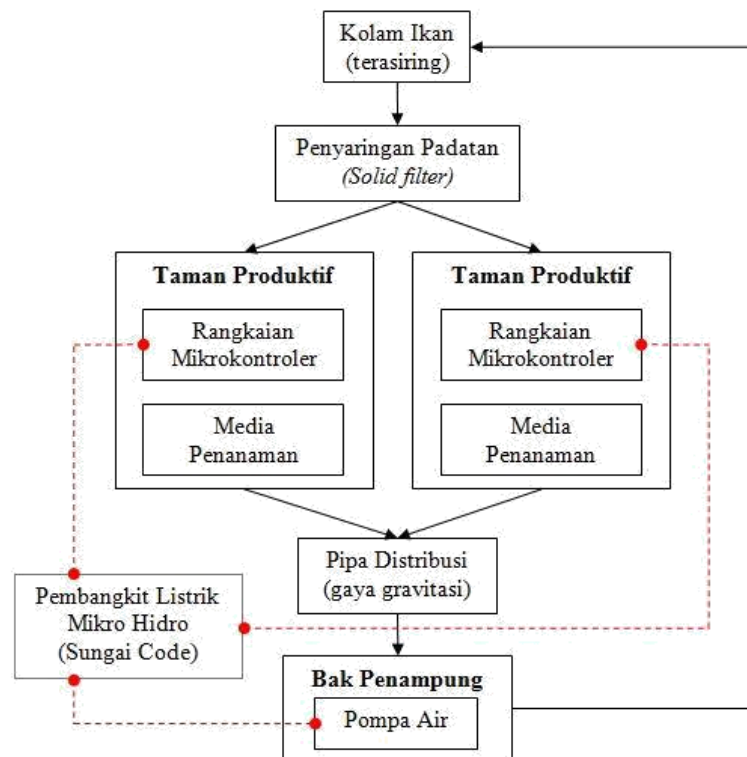
Pembangkit listrik mikrohidro dalam rangkaian alat VGAS memanfaatkan aliran sungai (energi kinetik) Code. Listrik digunakan sebagai sumber energi VGAS terutama untuk mengaktifkan rangkaian sistem mikrokontroler dan pompa air. Sistem PLTMH terdiri dari air (sumber energi), turbin *very low head*, dan generator. Air yang mengalir dengan kapasitas tertentu dialirkan dengan ketinggian tertentu menuju ke ruang instalasi turbin. Di ruang instalasi, air akan menumbuk turbin dimana turbin dipastikan akan menerima energi air tersebut dan mengubahnya menjadi energi mekanik berupa berputarnya poros turbin. Poros yang berputar tersebut kemudian ditransmisikan ke generator dengan menggunakan kopling. Generator akan menghasilkan energi listrik yang akan masuk ke sistem kontrol arus listrik.



Gambar 11. Rumah instalasi PLTMH

Prinsip dasar VGAS adalah memanfaatkan kotoran ikan di air kolam sebagai sumber nutrisi bagi tanaman yang disirkulasikan ke media penanaman secara terkendali sehingga pertumbuhan tanaman bisa optimal. Air kolam akan mengalir ke komponen karena gaya gravitasi. Pertama, air masuk ke bak *solid filter* untuk mengurangi padatan/sedimen yang lebih besar dari kotoran ikan. Kemudian ke rangkaian taman produktif. Selanjutnya semua air dari taman produktif dialirkan ke bak penampung. Kemudian pompa akan mengalirkan air ke kolam ikan. Siklus resirkulasi air tersebut berjalan terus menerus. Agar VGAS dapat bekerja, maka rangkaian alat VGAS dilengkapi dengan PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) yang ditempatkan di dekat Sungai Code sebagai sumber energi listrik.

Kolam ikan dibuat dalam satu area yang luas yaitu di sepanjang lereng Kampung Code. Kolam tersebut dipanen setiap 3 bulan secara gotong-royong oleh penduduk desa. Total panen akan dibagi rata ke semua penduduk sebanyak 80%. Hasil penjualan ikan 20% digunakan untuk perawatan alat. Kegiatan tersebut dapat menjadi wahana untuk memperkuat tali persaudaraan dan menjadi daya tarik wisata di Kampung Code. Taman produktif model hidroponik diletakkan di area yang luas, sedangkan taman produktif model *vertical garden* pasang di dinding gang sempit. Tanaman dapat dipanen oleh setiap KK (Kepala Keluarga) setiap hari tergantung keadaan tanaman (siap panen). Pengelolaan dan perawatan alat beserta instalasinya dilakukan oleh kelompok pemuda atau Karang Taruna. Hal tersebut bertujuan untuk memanfaatkan potensi SDM pemuda yang ada. Selain itu, pemuda juga lebih terampil dan cepat dalam mempelajari teknologi baru.



Gambar 12. Alur Prinsip Kerja Alat *Vertical Garden by Vertiminaponik System*

(VGAS) Kesimpulan

VGAS merupakan pengembangan dari konsep akuakultur yang dimodifikasi untuk menjadi solusi permasalahan lingkungan serta sosial di wilayah bantaran sungai yang padat penduduk. VGAS memanfaatkan sumber daya yang ada di wilayah Kampung Code sehingga biaya operasional lebih murah dan sistem kerjanya lebih efektif dan efisien. VGAS tidak menggunakan listrik PLN karena sudah dilengkapi dengan PLTMH (Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro) dengan turbin *low head*. Selain itu untuk mengoptimalkan pertumbuhan tanaman, VGAS dapat mengendalikan debit air yang mengalir sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Prinsip dasar VGAS adalah memanfaatkan kotoran ikan di air kolam sebagai sumber nutrisi bagi tanaman yang disirkulasikan ke media penanaman secara terkendali sehingga pertumbuhan tanaman bisa optimal. Air kolam akan mengalir ke komponen karena gaya gravitasi. Pertama, air masuk ke bak *solid filter* untuk mengurangi padatan/sedimen yang lebih besar dari kotoran ikan. Kemudian ke rangkaian taman produktif. Selanjutnya semua air dari taman produktif dialirkan ke bak penampung. Kemudian pompa akan mengalirkan air ke kolam ikan. Siklus resirkulasi air tersebut berjalan terus menerus. Agar VGAS dapat bekerja, maka rangkaian alat VGAS dilengkapi dengan PLTMH (Pembangkit Tenaga Listrik Mikro Hidro) yang ditempatkan di dekat Sungai Code sebagai sumber energi listrik.

Daftar Pustaka

- Agung, L.S. 2008. *Sistem Aeroponik pada Sayuran*. Graha Ilmu. Jakarta.
- Budihartono, Widodo. 2005. *Panduan lengkap belajar mikrokontroler perancangan sistem dan aplikasi mikrokontroler*. PT.Elex Media Komputindo. Jakarta.
- Budioko, Totok. 2005. *Belajar dengan mudah dan cepat pemrograman bahasa C dengan SDCC pada mikrokontroler*. Edisi Pertama. Penerbit Gava Media. Yogyakarta.

- Fadhil, M., B, D, Argo, dan Y Hendrawan. 2015. „Rancang Bangun *Prototype* Alar Penyiram Otomatis dengan Sistem Timer RTC DS1307 Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 pada Tanaman Aeroponik“. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem* 3(1): 37-43.
- Hadi, S. 2008. *Mengenal Mikrokontroler AVR Atmega16*. Bandung.
- Khairuman, & Amri. 2002. *Budidaya Lele Dumbo secara Intensif*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Nugroho, R., L. Teguh, D. Chilmawati, dan A. Herjuno. 2009. Aplikasi Teknologi Aquaponik pada Budidaya Ikan Air Tawar untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. *Jurnal Saintek Perikanan* 8(1): 1-6.
- Putra, E.A. 2002. *Konsep dan Aplikasi RTC*. Graha Ilmu. Jakarta.
- Rokhmah, N., C. Soraya, dan Y. Sastro. 2014. Vertiminaponik, Mini Akuaponik untuk Lahan Sempit Lahan di Perkotaan. *Buletin Pertanian Perkotaan* 4(2): 14-21.
- Rompas, P. 2011. Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMH) pada Daerah Aliran Sungai Ongkak Mongondow di Desa Muntoi Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal Penelitian Saintek* 5(1): 64-75.
- Rukmana, R. 1997. *Ikan Nila Budidaya dan Prospek Agribisnis*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sastro, Y., I.P. Lestari. C.S. Amatillah, L. Hakim, E.P. Astuti, M. Nur. 2013. Pengkajian Sistem Akuaponik Sayuran Skala Pekarangan di Perkotaan. BPTP Jakarta. 31 halaman.
- Sinaga, B.J. 2009. Perancangan Turbin Air Untuk Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (Studi kasus Desa Way Gison Kecamatan Sekincau Kabupaten Lampung Barat). *J. Sains dan Inovasi* 16(2): 1-12.
- Suyanto. 2006. *Budidaya Ikan Lele*. Swadaya. Jakarta.
- Tacon A. G. J. 1987. *The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp*. A Training Manual Food and Aquaculture Organization of United Nation Brazilia. Brazil.
- Turker, H. *et al.* 2003. „Comparative Nile Tilapia and Silver Carp Filtration Rates of Partitinoed Aquaculture system Phytoplankton“. *Aquaculture*. 220: 449-457.
- Wahab, M. A., Jellali, S., and Jedidi, N., (2010), Ammonium biosorption onto sawdust: FTIR analysis, kinetics and adsorption isotherms modeling, *Bioresource Technology*, 101(14): 5070-5075.