



Revitalisasi Sistem Penyaringan Air Bersih Di Desa Gegerung Kecamatan Lingsar Kabupaten Lombok Barat

Muh Bagus Budianto*, Anid Supriadi, Hartana, Jauhar Fajrin, Humairo Saidah

Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram
Jalan Majapahit No. 62 Mataram, Indonesia

Article history

Received: 07-10-2023

Revised: 20-02-2024

Accepted: 25-03-2024

*Corresponding Author:

Muh Bagus Budianto,
Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Mataram
Jalan Majapahit No. 62
Mataram, Indonesia

Email:

mbagusbudianto@unram.ac.id

Abstract: Water is the main need for humans to fulfill life's needs. For humans, clean water is absolutely necessary for various needs, namely for bathing, washing, cooking and so on. There are several water sources that humans can use, including springs, river water and ground water. Water sourced from springs and groundwater is relatively better quality, while water sourced from rivers requires prior management. Gegerung Village is one of the villages in Lingsar District, West Lombok Regency. Some of the people of Gegerung Village depend on their water needs from the Meninting River which passes through their area. The existing water supply system is by tapping directly from the river. Before being distributed, the water first passes through a filtering system so that the water becomes clearer. However, the current condition of the water filtration system cannot function properly so that the distributed water remains dirty. To get clean water again, it is necessary to revitalize the water filtration system. Revitalization is an effort to restore the function of the water filtration system by cleaning and replacing the filter media material. The results of the tests carried out show that there is an improvement in water quality after replacing the filtering media.

Keywords: material replacement; function; river

Abstrak: Air merupakan kebutuhan utama bagi manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup. Bagi manusia air bersih mutlak diperlukan untuk berbagai kebutuhan, yaitu untuk mandi, mencuci, memasak dan lain-lain. Ada beberapa sumber air yang dapat dimanfaatkan manusia diantaranya mata air, air sungai dan air tanah. Air yang bersumber dari mata air dan air tanah kualitasnya relatif lebih baik, sedangkan air yang bersumber dari sungai, diperlukan pengelolaan terlebih dahulu. Desa Gegerung merupakan salah satu desa yang berada di Kecamatan Lingsar Kabupaten Lombok Barat. Sebagian masyarakat Desa Gegerung menggantungkan kebutuhan air dari Sungai Meninting yang melewati wilayah mereka. Sistem penyediaan air yang telah ada yaitu dengan menyadap langsung dari sungai. Sebelum didistribusikan terlebih dahulu air tersebut melewati sistem penyaringan agar air menjadi lebih jernih. Namun kondisi sistem penyaringan air tersebut sekarang tidak dapat berfungsi dengan baik sehingga air yang terdistribusi tetap kotor. Untuk mendapatkan air bersih kembali diperlukan revitalisasi sistem penyaringan air tersebut. Revitalisasi adalah sebuah upaya untuk mengembalikan kembali fungsi dari sistem penyaringan air dengan cara melakukan pembersihan dan pergantian material media penyaringan. Dari hasil pengujian yang dilakukan memperlihatkan adanya peningkatan kualitas air setelah dilakukan penggantian media penyaringan.

Kata kunci: penggantian material; fungsi; sungai

PENDAHULUAN

Air adalah kebutuhan utama makhluk hidup di dunia ini. Semua makhluk yaitu manusia, tumbuhan dan hewan tidak akan hidup tanpa air. Bagi manusia air digunakan untuk minum, masak, mencuci, mandi dan lain-lain. Manusia tidak akan mampu bertahan hidup selama 4-5 hari tanpa air, karena sebagian besar bagian dari tubuh manusia yaitu sekitar 75 % nya adalah air.

Tidak semua air dapat digunakan dalam kehidupan manusia sehari-hari. Kualitas air yang buruk/tercemar akan sangat membahayakan bagi kesehatan. Air yang dibutuhkan oleh manusia adalah air yang bersih. Air bersih adalah air yang bermutu baik yang dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Air yang bersih dicirikan dengan tidak berasa, tidak berbau, jernih, mempunyai pH netral, tidak mengandung zat kimia berlebih dan tidak mengandung bakteri.

Desa Gegerung merupakan salah satu dari 15 desa yang ada di Kecamatan Lingsar Kabupaten Lombok Barat. Kondisi wilayah Desa Gegerung berupa perbukitan dan sebagian besar wilayahnya berada di sekitar sungai Meninting yang menjadi pembatas desa. Keterbatasan biaya dan belum meratanya jalur pasokan air bersih PDAM kepada warga Desa Gegerung membuat warga sekitar memanfaatkan air sungai untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Kondisi air keruh menjadi masalah utama yang dialami oleh warga desa. Berdasarkan informasi yang didapat dari pihak desa, sumber air yang mengalir ke bak penampungan bersumber dari hilir lokasi Bendungan Meninting. Sehingga air yang mengalir ke rumah warga air berwarna kuning keruh pekat. Kondisi ini ditunjang dengan rusaknya sistem penyaringan air bersih yang ada di desa tersebut. Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk merevitalisasi sistem penjernihan air yang ada agar dapat berfungsi kembali dan memberikan edukasi ke masyarakat tentang sistem penjernihan air sungai dan cara pemeliharannya.

Salah satu teknik penjernihan air adalah dengan sistem filtrasi. Filtrasi air adalah satu cara yang sudah sering dilakukan untuk menjernihkan kualitas air dengan metode tradisional maupun modern. Pada dasarnya, proses ini bekerja dengan cara memisahkan atau menahan benda padat dan kandungan bahan kimia lainnya yang tidak diperlukan (Yaqin, RI. dkk., 2020). Sistem penyaring air sederhana dengan menggunakan double media penyaring (pasir dan karbon aktif) dapat meningkatkan kualitas air baku menjadi air bersih (Made Suardana dan I Wayan Dana, 2010).

Adriati (2021) melakukan penelitian pengolahan air baku dengan sistem kombinasi filter down flow – up flow. Hasil analisis menunjukkan sistem kombinasi down flow – up flow dapat menghilangkan kekeruhan hingga 76,98 % s/d 99,13%, dan ketebalan filter optimal; 20 cm untuk filter pasir pantai dan filter kombinasi (pasir pantai dan zeolit),

Maksuk dkk (2022) telah melakukan pengolahan air Sungai sebagai Sumber air bersih dengan menggunakan filter step-pipe. Sistem filtrasi dengan menggunakan media pasir silika, arang aktif tempurung kelapa, spons dan nano filter. Hasilnya menunjukkan sistem tersebut dapat menurunkan beberapa parametrik yaitu kekeruhan, kadar besi dan mangan, dan nilai PH.

METODE

Lokasi

Lokasi kegiatan adalah di Desa Gegerung Kecamatan Lingsar Kabupaten Lombok Barat. Jumlah penduduk sebanyak 2.415 orang laki-laki dan 2.316 perempuan, sehingga jumlah total penduduk 4.731 jiwa (Kecamatan Lingsar dalam angka, 2021). Gambar di bawah menunjukkan lokasi kegiatan



Gambar 1. Lokasi Desa Gegerung Kecamatan Lingsar

Kualitas air Baku

Air baku yang digunakan menghasilkan air bersih yang telah memenuhi syarat yang tertuang dalam peraturan pemerintah RI No. 82 tahun 2001 tentang pengolahan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Pada pasal 8 PP mengenai klasifikasi dan kriteria mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas :

1. Kelas I yaitu air yang diperuntukan untuk air baku air minum yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaannya.
2. Kelas II yaitu air yang diperuntukan untuk (prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan tawar, peternakan, untuk mengaliri tanaman.
3. Kelas III yaitu air yang digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar peternakan, untuk mengaliri tanaman. Atau untuk peruntukan lainnya yang sama jenis kegunaannya.
4. Kelas IV yaitu air yang digunakan untuk mengaliri tanaman atau untuk peruntukan lainnya yang mempersyaratkan mutu yang sama kegunaannya.

Sistem Filtrasi Down flow

Sistem filtrasi down flow adalah sistem penyaringan air dengan sistem arah aliran dari atas ke bawah dalam satu bak penampung. Dalam unit pengolahan air dengan sistem ini terdiri dari bak penampung dan filter pasir lambar yang dirancang dengan berbagai lapisan diameter butiran sesuai dengan yang dibutuhkan. Sistem yang digunakan di Desa Gegerung berupa bak penampung dengan dimensi 2,2 x 3 m dengan kedalaman 2,7 m. Bak Penampung terbuat dari pasangan batu kali, dilengkapi dengan inlet, outlet , saluran drainase dan sistem kontrol.

Sistem inlet dengan menggunakan pila 2 inch yang dipasang melintang di tengah-tengah bak penampung dan diberikan lubang di sepanjang pipa. Sehingga air yang jatuh ke dalam bak penampung terpercik merata dan tidak merusak lapisan atau media permukaan filter. Sedangkan outlet yang merupakan sarana untuk mengeluarkan air dari hasil olahan di dalam bak juga berfungsi untuk mengatur atau mengontrol tinggi muka air di dalam bak penampung.

Sistem pengolahan air down flow dengan pasir lambat memiliki berbagai keunggulan, yaitu :

1. Air yang dihasilkan untuk keperluan rumah tangga cukup bersih

2. Mudah dibuat dan pemeliharaannya tidak rumit
3. Bahan yang digunakan mudah diperoleh di daerah pedesaan
4. Biaya operasional murah karena tidak membutuhkan bahan kimia
5. Dapat menghilangkan atau mengurangi zat terlarut seperti mangan, zat besi, warna dan kekeruhan
6. Proses penyaringan berjalan secara fisika dan biokimia sehingga dapat menghilangkan polutan organik dan ammonia
7. Proses pengolahan sederhana dan cocok untuk daerah pedesaan

Namun demikian pengolahan air sistem down flow ini juga memiliki kekurangan, yaitu :

1. Ketika air bakunya mempunyai kekeruhan yang tinggi akan mengakibatkan filter bekerja lebih keras dan sering menyebabkan penyumbatan, sehingga filter harus lebih sering dicuci.
2. Pencucian filter bagian atas dilakukan secara manual dengan mengambil lapisan atas filter kemudian dicuci bersih dan selanjutnya dikembalikan lagi
3. Tidak dapat digunakan untuk menyaring air gambut karena tidak menggunakan bahan kimia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Desa Jelantik

Desa Gegerung merupakan salah satu dari 15 (lima belas) desa yang ada di Kecamatan Lingsar. Luas wilayah Desa Gegerung adalah 2,94 km² atau 3,69% dari luas wilayah Kecamatan Lingsar. Desa Gegerung bagian barat dan utara berbatasan dengan Kecamatan Gunungsari, bagian selatan berbatasan dengan Desa Dasan Geria dan bagian timur berbatasan dengan Desa Duman. Kondisi wilayah Desa Gegerung berbukit dan sebagian kecil datar. Desa Gegerung memiliki 7 Dusun, dengan jumlah penduduk pada tahun 2021 4.731 jiwa, dengan kepadatan penduduk 1.609 jiwa/km².

Sumber air bersih yang digunakan masyarakat Desa Gegerung adalah air tanah dengan menggunakan sumur dan air dari Sungai Meninting. Kebutuhan air bersih masyarakat Desa Gegerung sebagian besar bergantung pada air Sungai Meninting, dan sebagian kecil yang menggunakan air tanah dengan menggali sumur. Kondisi wilayah Desa Gegerung yang berada dataran tinggi dan berkountur yang menyebabkan elevasi muka air wilayah gegerung tidak merata. Sehingga tidak semua wilayah dapat memperoleh air dari sumur. Bahkan sebagian sumur yang dibuat warga kering pada musim kemarau.

Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cairan maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu media berpori atau bahan berpori untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Pada pengolahan air minum filtrasi digunakan untuk menyaring hasil dari proses koagulasi - flokulasi - sedimentasi sehingga dihasilkan air minum dengan kualitas tinggi. Selain mereduksi kandungan zat padat, filtrasi dapat pula mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau besi dan mangan (Sadaruddin dan Nour, 2020).

Menurut Sudarmono (2010), faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan ada empat yaitu, ketebalan lapisan media filter, temperatur, kecepatan filtrasi, dan kualitas air. Semakin tebal lapisan media filter, maka luas permukaan penahan partikel- partikel semakin besar dan jarak yang ditempuh oleh air semakin panjang. Hal ini akan memperpanjang

kesempatan media filter untuk memfilter, sedangkan untuk mendapatkan air bersih diperlukan ketebalan filter minimal 70 cm.

Filtrasi diperlukan untuk menyempurnakan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, rasa, bau dan zat besi (Fe) sehingga diperoleh air yang bersih memenuhi standar kualitas air minum (Adriati, 2021). Air yang keluar dari filtrasi (penyaringan) biasanya sudah jernih dan proses tersebut merupakan proses akhir dari proses pengolahan air dan penjernihan air. Berdasarkan arah alirannya filtrasi dibagi menjadi dua jenis yaitu, *up flow filter* dan *down flow filter*. *Up flow filter* merupakan penyaringan dengan arah aliran airnya dari bawah ke atas.

Pelaksanaan Pengabdian

Pelaksanaan kegiatan pengabdian dibagi menjadi 3 (tiga) tahapan, yaitu :

a. Tahap Persiapan

Langkah pertama yang dilakukan tim dalam kegiatan ini adalah melakukan koordinasi dengan kepala desa dan tokoh masyarakat desa yang dalam hal ini diwakili oleh Kepala Dusun Jelantik Desa Gegerung sebagai penerima manfaat dari kegiatan ini.

b. Observasi Lapangan

Dalam tahap ini dilakukan peninjauan langsung ke lapangan, dengan tujuan untuk mengetahui dan mengidentifikasi permasalahan yang ada di lapangan. Dalam pelaksanaan observasi ini tim pengabdian didampingi oleh Bapak Kepala Dusun Jelantik Desa Gegerung.

c. Identifikasi Permasalahan

Beberapa permasalahan yang dihadapi masyarakat Desa Gegerung terkait dengan penyediaan air bersih adalah sebagai berikut :

1) Air Keruh

Air yang diterima warga Desa Gegerung dalam kondisi keruh. Air yang sampai di rumah warga berwarna kecoklatan, hal ini tidak jauh berbeda dengan air yang di sungai. Dengan kondisi air seperti tersebut di atas, maka warga masyarakat tidak dapat menggunakan air tersebut untuk konsumsi. Air tersebut hanya digunakan warga untuk mandi dan mencuci. Sedangkan untuk air minum dan memasak warga harus mengambil air dari sumber lain yaitu sumur bor yang berada di masjid.

2) Sistem Pengolahan Air Rusak

Sistem instalasi pengolahan air tidak dapat berfungsi. Ada 2 boks sistem pengolahan air. Yang pertama dibangun bersamaan dengan sarana dan prasarana jaringan air baku. Bak pertama ini berukuran 3 x 3,5 m dengan tinggi 2,7 m, awalnya bak pertama ini berfungsi dengan baik untuk pengolahan air. Bak ini terdiri dari beberapa lapisan filter seperti batu, kerikil, batu apung, pasir dan ijuk. Karena bak tidak dapat berfungsi optimal kemudian masyarakat membangun kembali bak dengan ukuran lebih kecil di sebelahnya. Bak yang kedua terdiri dari empat bagian, namun kondisi bak tersebut sekarang juga tidak dapat berfungsi, sehingga air yang keluar dari sistem pengolahan air ini masih dalam kondisi keruh/kotor.

3) Kondisi sosial ekonomi Masyarakat

Sebagian besar masyarakat Desa Gegerung adalah petani, sebagian kecil lainnya adalah pedagang dan pegawai. Kondisi ekonomi masyarakat Desa Gegerung dapat dikategorikan standart. Sehingga secara finansial hanya cukup untuk hidup sederhana. Hal ini nampak dari rumah-rumah warga yang sebagian besar berupa rumah sederhana. Sedangkan kondisi sosial masyarakat masih nampak kental sifat kegotongrongannya. Hal ini nampak dari ketika ada

hajatan salah satu warga, maka warga sekitarnya dengan sukarela membantu tuan rumah untuk lancarnya hajatan tersebut.

d. **Revitalisasi Bak Penampung**

Desa Gegerung merupakan salah satu desa yang memiliki sumber air berlimpah, yaitu dengan keberadaan sungai Meninting sebagai pembatas desa. Air di sungai Meninting mengalir sepanjang tahun. Selain itu masyarakat Desa Gegerung juga telah memiliki sistem jaringan air bersih yang telah dibangun beberapa tahun yang lalu. Namun beberapa tahun terakhir kondisi sistem jaringan air bersih tersebut tidak dapat berfungsi dengan baik, sehingga air masih tetap keruh sampai di rumah warga.

Solusi yang ditawarkan adalah dengan melakukan revitalisasi sistem penjernihan air, yaitu dengan memanfaatkan lagi boks penjernihan air yang telah lama tidak difungsikan. Proses revitalisasi bak penampung dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1) **Pembersihan Material**

Pada tahap ini dilakukan pembersihan terhadap semak dan material yang ada di dalam bak. Peralatan yang digunakan adalah cangkul, skop, dan linggis, sedangkan material yang berada dalam bak yaitu pasir, kerikil dan batu.

2) **Pengecekan kondisi Bak Penampung**

Setelah semua material dikeluarkan selanjutnya dilakukan pengecekan kondisi dalam bak penampung, pipa-pipa inlet, outlet dan pembuangan. Dari hasil analisis kondisi pipa inlet perlu dilakukan modifikasi untuk menyesuaikan dengan kondisi lapangan. Untuk pipa outlet sudah tidak dapat digunakan lagi karena kondisinya telah berkarat dan keropos. Kemudian untuk mengatasi kondisi tersebut dilakukan modifikasi pada pipa drainase. Pipa drainase yang ada disambung dengan sambungan T, satu arah sebagai outlet dan satunya lagi sebagai pembuangan. Pada arah pembuangan disambung dengan stop kran.

3) **Pengisian Material Baru**

Kondisi lantai pemisah rongga kosong di bagian bawah dengan lantai dasar masih dalam kondisi baik, terbuat dari beton sehingga masih dimanfaatkan. Material yang diperlukan untuk mengisi sistem penyaringan terdiri dari batu, kerikil, pasir dan ijuk. Bahan-bahan tersebut dapat diperoleh dari masyarakat di sekitar lokasi. Desa Gegerung sebagian masyarakatnya bekerja di penambangan galian C dan sebagian ada yang usaha berjualan ijuk.

Lapisan pertama di bagian paling bawah diisi dengan batu kali dengan ketebalan 40 cm, kemudian di atasnya diberi lapisan kerikil kasar dengan tebal 30 cm, pasir kasar dengan ketebalan 30 cm, lapisan ijuk dengan ketebalan 5 cm, kedian di atasnya lapisan pasir halus dengan ketebalan 10 cm, dan ditutup dengan lapisan ijuk setebal 5 cm.

4) **Pipanisasi**

Modifikasi pipa inlet diperlukan karena dari pipa inlet yang telah ada akan dibagi dua satu menuju bak penampung dan satunya lagi menuju bak penampung yang lainnya. Pipa yang menuju bak penampung yang telah direvitalisasi dipasang melintang di atas bak penampung. Pipa tersebut telah dilubangi kecil-kecil sehingga air yang masuk ke bak penampung dapat terpercik secara merata. Selain itu metode tersebut bertujuan agar lapisan atas tidak terkikis oleh benturan antara air yang jatuh ke bak penampung dengan lapisan atas penyaringan.

5) **Uji Coba**

Setelah selesai pengerjaan instalasi sistem penyaringan air pada bak penampung selanjutnya dilakukan pengujian terhadap kinerja sistem penyaringan air tersebut. Pada tahap awal pengisian air ke bak penampung, air yang keluar dari bak penampung masih keruh. Hal ini karena masih dalam tahap pencucian material yang digunakan sebagai filter. Material tersebut sebelumnya telah dicuci dengan menyiramnya, namun tidak semua kotoran atau debu dapat

terlarut dengan air. Butuh waktu lama untuk proses pencucian ini yaitu kurang lebih sehari. Setelah lebih dari satu hari dilakukan perbandingan antara air yang masuk ke dalam bak penampung dengan air yang keluar dari bak yang telah melewati sistem penyaringan. Perbandingan antara air yang masuk dan keluar dari bak penampung dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 2. Material pengisi lapisan sistem penyaringan



Gambar 3. Pengerjaan Pipanisasi



Gambar 4. Air yang masuk dan keluar dari sistem penyaringan

Dari gambar di atas nampak bahwa sistem penyaringan air telah bekerja dengan baik. Hal ini ditunjukkan oleh air yang keluar lebih jernih daripada air yang masuk.

Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi akan dilaksanakan secara berkala. Tim pengabdian akan tetap melakukan pendampingan dan evaluasi dari kegiatan yang sudah dilaksanakan sekaligus untuk mengetahui perkembangan dari kinerja sistem penyaringan air tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang dilakukan dalam kegiatan ini, maka dapat disimpulkan sebagai bahwa perlu dilakukan pergantian material sistem penyaringan air yaitu batu, kerikil, pasir dan ijuk. Sistem penyaringan air berfungsi dengan baik, dimana air yang keluar dari sistem penyaringan lebih jernih dibanding dengan air yang masuk. Masyarakat menyambut dengan gembira kegiatan ini, karena air bersih yang mereka butuhkan kembali tersedia.

Saran

Setelah melaksanakan kajian disarankan adanya pemberdayaan masyarakat Desa Gegerung terutama untuk pemeliharaan sistem penyaringan air dan pembagian distribusi yang adil dengan membentuk kelompok pengguna air bersih.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Mataram melalui LPPM (Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) yang telah memberi dukungan financial terhadap pengabdian ini dan Kepala Desa Gegerung yang telah mengizinkan wilayahnya sebagai tempat untuk pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriati, Y. (2021). Model pengolahan air baku dengan sistem kombinasi filter downflow–upflow [Disertasi, Universitas Hasanuddin]. Repositori Universitas Hasanuddin.
- Badan Pusat Statistik, 2021, Kecamatan Lingsar dalam Angka 2021, Kabupaten Lombok Barat

- Made Suarda dan I Wayan Dana, 2010, *Perencanaan Penyaring Air Sederhana untuk Sistem Air Bersih Pedesaan*. Universitas Udayana, Bali.
- Maksuk, dkk, 2022. *Pengolahan Air Sungai sebagai Sumber Air Bersih Masyarakat di Kawasan Pertanian dengan Penyaringan Air Sederhana*, Jurnal Abdi Dosen. Vol 6 No. 2. Hal. 398-404.
- Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Sadaruddin, dan Nour, P. A. (2020). *Analisis Kinerja Filter Upflow-Downflow untuk Pengolahan Limbah Cair*. Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah: Makassar.
- Sudarmono, H. (2010). *Penentuan Setting Level Optimal Media Penjernihan Air Terhadap Tingkat Kekeruhan dan Kandungan Fe dengan Metode Full Factorial dan Principal Component Analysis*. [Skripsi, Universitas Sebelas Maret]. Repositori Universitas Sebelas Maret.
- Yaqin, R. I., Ziliwu, B. W., Demeianto, B., Siahaan, J. P., Priharanto, Y. E., & Musa, I. (2020). *Rancang bangun alat penjernih air portable untuk persediaan air di kota Dumai*. Jurnal Teknologi, 12(2), 107–116