

KARAKTERISTIK INFRASTRUKTUR PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR DALAM ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0

Kustamar¹

¹Doktoral Teknik Sipil Program Pasca sarjana, Institut Teknologi Nasional Malang
E-mail : kustamar@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK

Pengelolaan Sumber Daya Air (SDA) terdiri dari 5 aspek, yaitu: (1). Konservasi; (2). Pendayagunaan; (3). Pengendalian Daya Rusak; (4). Pemberdayaan Masyarakat, dan (5). Sistem Informasi Sumber Daya Air. Aspek pemberdayaan Masyarakat dan Sistem Informasi merupakan system pendukung dari ketiga aspek lainnya. Era Revolusi Industri 4.0, ditandai dengan terjadinya konektivitas secara nyata antara: manusia, mesin, dan data. Artinya, otomatisasi dan digitalisasi menjadi hal yang sangat penting. Inti dari hal tersebut ialah terjadinya peningkatan kecepatan dan akurasi setiap proses, sehingga efisien dan efektif menjadi orientasi. Untuk hal tersebut, maka desain semua infrastruktur harus disesuaikan. Perwujudan strategi tersebut sangat terasa dalam bentuk: (1). penggabungan beberapa fungsi pada satu alat, dengan umur yang relatif serasi antara umur fungsi dengan umur material. (2). Digitalisasi semua data, baik data spasial maupun data titik. (3). Peningkatan kecepatan dan akurasi, dalam proses analisa maupun pengiriman data. Infrastruktur dalam pengelolaan sumber daya air berupa bangunan fisik, program bantu, dan kebijakan. Desain infrastruktur tentunya harus dapat mendukung peningkatan kecepatan semua aktivitas, sedapat mungkin multi fungsi. Desain spasial harus mengarah pada zonasi, untuk mengurangi gerakan arah horizontal. Artinya, untuk dapat eksis di era revolusi industri 4.0 harus inovatif, dengan orientasi efektif dan efisien. Untuk menjamin keberlanjutan, tentunya kebijakan terkait dengan ekonomi dan ekologis harus menjadi perhatian utama.

Kata kunci: *Pengelolaan_SDA, Infrastruktur, Era_ Revolusi_Industri_4.0*

ABSTRACT

Water Resources Management (SDA) consists of 5 aspects, namely: (1). Conservation; (2) Utilization; (3) Damage Control; (4) Community Empowerment, and (5). Water Resources Information System. The aspects of Community Empowerment and Information Systems are support systems of three other aspects. The Industrial Revolution Era 4.0, marked by using complete connectivity between: humans, machines, and data. Meaning, automation and digitization become very important. The essence of this is to increase improvement and ensure every process, so that efficient and effective becomes a conversation. For this, the design of all infrastructure must be adjusted. The embodiment of this strategy is felt in the form of: (1). merging several functions in one device, with a relatively harmonious age between the age function and materials (2) Digitalization of all data, both spatial data and point data. (3) Increase in speed of completion, in the process of analyzing whether data transmission. Infrastructure in the management of water resources consists of physical buildings, support programs and policies. Infrastructure design must support the improvement of all activities, as far as possible, multi-functional. Spatial design must lead to zoning, to reduce horizontal movement. Hoping, to be able to exist in the era of the industrial revolution 4.0 must be innovative, by encouraging effective and efficient. To ensure sustainability, policies related to economics and ecology must be the main concern

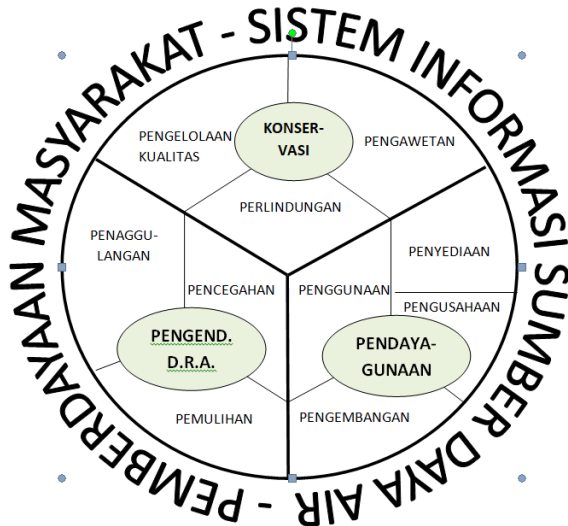
Keywords: *Management_SDA, Infrastructure, Era_ Revolusi_Industri_4.0*

PENDAHULUAN

Sumber Daya Air merupakan bagian dari sumber daya alam, yang memiliki sifat spesifik, karena sangat berhubungan erat dengan siklus alam, khususnya Hidrologi. Dalam siklus hidrologi, hampir semua komponen alam tersambung dan berinteraksi sehingga dalam pengelolaan Sumber Daya Air, terdapat saling sentuhan antar aspek pengelolaan.

Dalam Pengelolaan SDA Air terdiri dari 5 aspek, yaitu: (1). Konservasi; (2). Pendayagunaan; (3). Pengendalian Daya Rusak; (4). Pemberdayaan Masyarakat, dan (5). Sistem Informasi Sumber Daya Air. Aspek Konservasi terdiri dari: pengelolaan kualitas, pengawetan, dan perlindungan. Aspek Pendayagunaan terdiri dari: pengembangan, pendayagunaan, penyediaan, pengusahaan. Aspek Pengendalian Daya Rusak terdiri dari: pencegahan, penanggulangan, dan

pemulihan. Aspek pemberdayaan Masyarakat dan Sistem Informasi merupakan system pendukung dari ketiga aspek lainnya. Pengelompokan aspek pengelolaan sumber daya air tersebut diperjelas dengan Gambar 1..



Gambar 1. Pengelompokan Aspek Dalam Pengelolaan SDA

Infrastruktur Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air

Sumur Resapan merupakan salah satu sarana untuk menampung air hujan dan meresapkannya ke dalam tanah. Pada awalnya kehadiran sumur resapan sangat diharapkan dapat memberi

kontribusi signifikan dalam kegiatan pengendalian limpasan permukaan (banjir). Namun dalam perkembangannya, timbul hambatan yang cukup besar terkait dengan keterbatasan anggaran dan rendahnya partisipasi masyarakat. Sarana ini cocok untuk dataran dengan kemiringan kurang dari 30 %, dan kedalaman air tanah lebih dari 4 meter. Sedangkan untuk daerah yang kedalaman air tanahnya kurang dari 4 m lebih cocok jika digunakan Biopori.

Biopori merupakan sarana rekayasa peningkatan porositas tanah dengan memanfaatkan aktifitas mikro organisme. Strategi ini dibangun dengan menirukan ekosistem mikro organisme di hutan, dengan harapan pengontrolan limpasan permukaan dapat berlangsung efektif. Upaya peningkatan dampak positif dilakukan dengan memberi umpan berupa sampah organik yang dimasukkan dalam lubang biopori agar jumlah dan aktifitas mikro organisme meningkat. Limpasan permukaan yang tidak terkontrol pada lahan terbuka dengan kemiringan permukaan lahan yang terjal cenderung terjadi erosi permukaan.

Erosi permukaan yang berkembang hingga menimbulkan parit, dapat ditangani dengan efektif menggunakan Sabu Dam. Sabu Dam dilengkapi dengan tanggul di sayap kanan dan kiri untuk menangkap material hasil erosi permukaan untuk

diarahkan ke dalam parit. Parit yang berkembang menjadi anak sungai harus dikontrol dengan membuat bangunan melintang alur sungai, yaitu berupa Check Dam. Bangunan ini selain berfungsi menampung sedimen, juga sebagai pengontrol erosi dasar sungai. Berkurangnya sedimen yang terangkut di sungai dapat mengurangi laju proses pendangkalan alur sungai sehingga kapasitas debit sungai dapat dipertahankan..

Limpasan permukaan yang terkumpul dalam alur sungai dapat dikurangi daya rusaknya dengan menampung sementara dalam sebuah Bendungan, dan dilepaskannya kembali sesuai dengan kebutuhan. Bendungan yang multi fungsi dapat meningkatkan efektifitas pendayagunaan sumber daya air.

Kontrol terhadap elevasi muka air di sungai dan waduk dapat dilakukan dengan menggunakan pintu air. Dalam pengelolaan sumber daya air, pintu air dapat merupakan bagian dari bendungan atau berdiri sendiri yang dipasang pada muara sungai. Dalam hal ini, pintu air digunakan untuk mengontrol pengaruh air pasang terhadap elevasi muka air sungai.

Pelibatan masyarakat dalam pengelolaan sumber daya air telah melalui proses yang panjang, mulai dari bentuk pelatihan, pendampingan, pemberdayaan, hingga pembentukan Model Desa Konservasi. Keterlibatan masyarakat menjadi penentu berhasil atau gagalnya pengelolaan sumber daya air, mengingat mayoritas lahan dalam suatu Daerah Aliran Sungai adalah milik rakyat. Upaya meningkatkan kemudahan dan akurasi, serta percepatan proses dalam analisa data diperlukan system informasi yang baik

Karakter penciri infrastruktur era revolusi industri 4.0 ialah adanya peningkatan efisiensi dan efektifitas dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi, serta desain yang bersifat multi fungsi. Proses bisnis industri konstruksi harus diubah untuk: (1).Optimalisasi Desain; (2). Maksimalisasi fungsi; (3). Efisiensi Proses; dan (4). Maksimalisasi kualitas produk. Dampak yang harus diantisipasi antara lain meliputi: (1). Terjadi penghapusan beberapa jenis profesi, akan tetapi juga menghasilkan peluang pekerjaan baru yang lebih spesifik, terutama yang membutuhkan kompetensi tinggi; (2). Dibutuhkan transformasi keterampilan bagi SDM.

Teknologi internet sudah harus dimanfaatkan dalam bidang konstruksi, seperti: (1). Informasi material dan peralatan apa saja yang terdapat di suatu daerah dapat diketahui dalam waktu cepat dan tepat; (2). Peramalan banjir tidak berbasis data hujan, akan tetapi berbasis data potensi awan. Ramalan BMKG tentang potensi hujan dapat dilengkapi sarana untuk prediksi potensi banjir di setiap kawasan.

METODE

Metode yang digunakan untuk menyusun formula karakteristik infrastruktur Pengelolaan Sumber Daya Air dalam Era Revolusi Industri 4.0 ialah sebagai berikut.

1. Pemahaman Aspek-aspek dalam pengelolaan sumber daya air
2. Inventarisasi jenis infrastruktur dalam pengelolaan sumber Daya Air
3. Prediksi Karakter Aktifitas dalam era revolusi Industri 4.0
4. Menyusun formula deskripsi setiap jenis infrastruktur dalam pengelolaan sumber daya air yang cocok dengan kebutuhan di era revolusi industry 4.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebijakan

Pada era Industri 4.0 beberapa kebijakan akan muncul mengarah kepada:

- (1). Tata Ruang Wilayah, cenderung membentuk zona-zona madiri. Setiap zona terdapat infrastruktur yang mencukupi kebutuhan penghuninya, sehingga gerakan horizontal semakin minim.
- (2). Arsitektur bangunan Gedung Lebih ekologis, atap miring tanpa talang, dengan material Solar Sell menjadi pilihan.
- (3). Penggabungan beberapa fungsi ke dalam sebuah bangunan, misalnya: fungsi ganda untuk bangunan lalu lintas kendaraan, air, listrik. Fungsi ganda untuk bangunan pengendali banjir dengan penyediaan air bersih.
- (4). Penggunaan material yang bersifat self healing, misalnya penggunaan aspal, beton yang dapat memperbaiki kondisinya jika terjadi penurunan fungsi.
- (5). Berorientasi pada perbaikan ekonomi dan ekologis, serta pemberdayaan masyarakat.

Desain system informasi spasial

Desain spasial dalam 1 sistem peta telah dilakukan, dan berikutnya akan menuju pada penggunaan system informasi terpadu. Dalam system ini diinformasikan semua kegiatan fisik telah dan akan dilakukan, oleh dan untuk semua pemangku kepentingan. Dengan demikian, informasi lokasi dan deskripsi setiap infrastruktur dapat diketahui dengan mudah dan akurat, sehingga mempermudah dalam pelaksanaan kegiatan dengan resiko lebih kecil.

Dengan system informasi spasial yang baik, maka inventarisasi asset akan lebih akurat sehingga akan mempermudah dalam manajemennya. Hal in sesuai dengan tuntutan era industry 4.0 yang mengutamakan kecepatan , efisiensi, dan akurasi. Berdasarkan peta dan informasi dari RTRW, maka dibangun sistem

informasi terpadu yang meliputi informasi: jalan Raya, irigasi, drainase, kabel/ fiber optic, pipa air, pipa gas, kabel listrik.

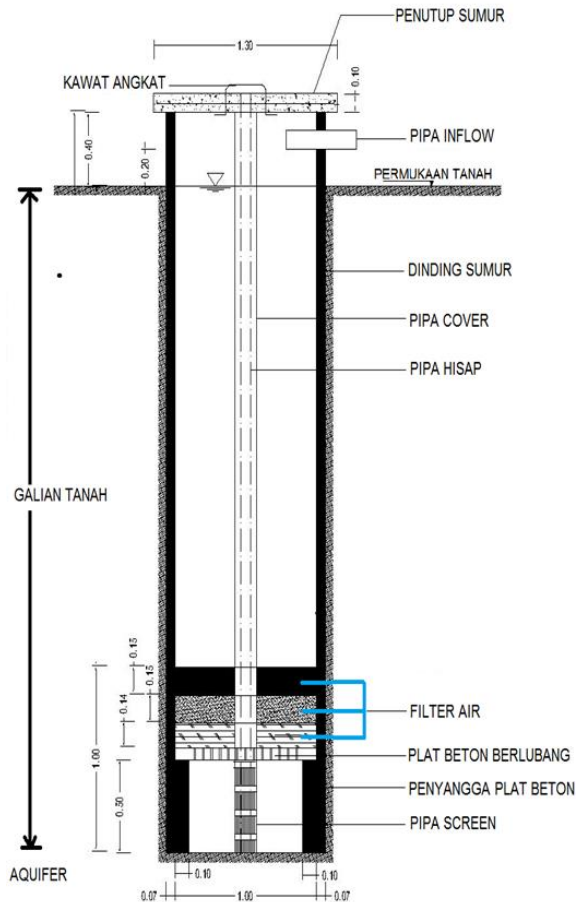
Desain Bangunan Konservasi

Bangunan konservasi didesain bukan hanya dengan sudut pandang hidrologis, akan tetapi ekonomis, dan ekologis. Sudut pandang ekonomis digunakan untuk membangun kondisi bahwa masyarakat terlibat dalam konservasi karena kebutuhan mereka. Sedangkan sudut pandang ekologis, digunakan untuk mengontrol agar semua program menuju pada perbaikan alam dengan harapan semua akan berkesinambungan.

Sumur resapan dimaksudkan untuk mengontrol debit limpasan permukaan, dan potensi air tanah. Hambatan penerapan sumur resapan ialah ketersediaan anggaran dan lahan. Oleh karenanya maka diupayakan agar sumur resapan dapat memiliki nilai ekonomis yang tinggi, sehingga masyarakat menginvestasikan anggaran dan mengalokasikan lahannya. Untuk hal ini, maka diciptakan sumur resapan fungsi ganda (SRFG), yaitu sumur resapan yang selain sebagai sarana meresapkan air ke dalam tanah juga dapa digunakan sebagai sarana pengambilan air tanah. Pengambilan ait tanah untuk keperluan irigasi sudah mulai meningkat, dan dampak terjadinya penurunan permukaan lahan sudah mulai timbul. Oleh karenanya kehadiran SRFG diharapkan menjadi solusi tuntas 2 arah, yaitu pengendalian banjir dan penyediaan air irigasi. Dengan SRFG tesebut diharapkan peran masyarakat dalam konservasi sumber daya air lebih maksimal, sehingga capaian kemajuan konservasi lebih signifikan. Namun demikian pembuatan sumur SRFG perlu pendampingan khusus, agar tidak timbul dampak negative.

Sumur Resapan Fungsi Ganda terdiri dari bagian bagian sebagai berikut:

1. Galian tanah, dengan kedalaman sampai aquifer
2. Dinding sumur resapan untuk menjaga agar galian sumur tidak longsor
3. Filter air, untuk kontrol kualitas air hujan yang akan diresapkan
4. Pipa Cover, untuk pemasangan pipa hisap
5. Dinding Sumur
6. Tutup Sumur



Gambar 2. Sumur Resapan Fungsi Ganda

Desain Bangunan Pengendalian Daya Rusak Air dan Penggunaan SDA

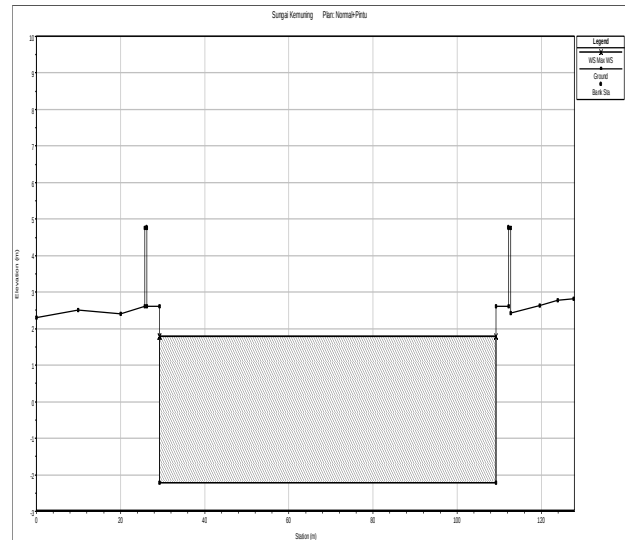
Pengendalian daya rusak air dilakukan dengan mengurangi kecepatan arus, dan mengarahkan arus agar tidak menimbulkan daya rusak yang berlebih. Bangunan Check Dam cocok dibangun pada alur sungai yang memiliki kemiringan terjal, hal ini pada umumnya terjadi pada anak-anak sungai. Target dari dibangunnya Check Dam ialah menampung sedimen, untuk tujuan mengontrol kemiringan dasar sungai di hulu, serta sedimentasi di tengah dan hilir.

Permasalahan mulai timbul mana kala kapasitas tampungan sedimen sudah penuh, sehingga fungsi control yang ke-2 (mengontrol sedimentasi) terganggu. Hal ini diantisipasi dengan membuat vasilitas agar masyarakat bias mengambil material sedimen. Hal ini akan berjalan efektif manakala karakter material sedimen sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Untuk hal tersebut, ke depan perlu diupayakan agar check Dam dilengkapi pintu yang dapat dioperasikan dengan sudut pandang pengkondisian transportasi sedimen.

Peningkatan kapasitas debit pada sungai yang mengalami pendangkalan dan penyempitan dilakukan normalisasi alur. Desain alur harus

diupayakan agar mempunyai fungsi ganda, antara lain: sarana wisata air, perikanan darat, penyediaan air irigasi/ pemadam kebakaran.

Sebagai contoh, alur sungai kemuning dilakukan normalisasi, dengan pemasangan dinding vertical dan pengerukan dasar sungai. Sampai di sini, tujuan sebagai fungsi penyalur debit banjir sudah terpenuhi. (Gambar 2 dan Gambar 3).



Gambar 3. Rencana Tampang Lintang Normalisasi Alur Sungai



Gambar 4. Tampang Lintang Normalisasi Alur Sungai

Upaya peningkatan nilai ekonomis alur sungai setelah normalisasi dilakukan dengan membuat desain dengan sentuhan arsitektur, agar secara berfungsi maksimal. Dengan demikian, alur sungai setelah normalisasi berfungsi juga sebagai sarana wisata air.

Mengingat sungai Kemuning bagian hilir juga digunakan sebagai sarana lalu lintas perahu (Gambar 4), maka dalam normalisasi juga disediakan sarana tambat perahu dan terminal penumpang. Aktivitas penduduk berperahu tersebut dimanfaatkan sebagai bagian dari kegiatan wisata berperahu. Untuk hal ini, direncanakan adanya terminal penumpang (Gambar 5).

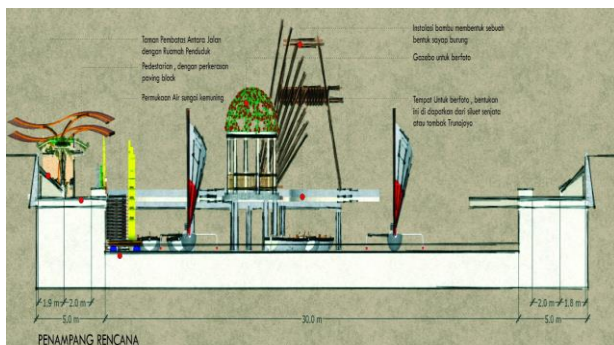


Gambar 5. Sarana Transportasi Air di Sungai Kemuning Hilir



Gambar 6. Rencana Sarana Penunjang Transportasi Air di Sungai Kemuning Hilir

Pada lokasi yang memiliki pemandangan bagus dibuat sarana transit berupa Gazebo dan beberapa sarana pelengkap, sehingga juga dibuat sarana untuk berfoto.



Gambar 7. Rencana Sarana Transit Transportasi Air di Sungai Kemuning Hilir

Kedalaman air minimal harus selalu terpenuhi, hal ini untuk menjaga agar perahu tidak terganggu mobilitasnya. Hal ini tentu dapat digunakan sebagai sarana perikanan darat

Desain Model Pemberdayaan Masyarakat

Penduduk dengan jumlah yang banyak, tentu merupakan tantangan tersendiri dalam pengelolaan SDA. Model pelibatan masyarakat yang semula berbentuk: Seminar dan workshop, dan dilanjutkan dengan pendampingan dikembangkan menjadi pembuatan model Desa Konservasi. Dengan mengkondisikan masyarakat desa memiliki program jangka pendek, menengah, dan panjang, maka program penguatan ekonomi mudah dilakukan.

Desain Sistem Informasi Sumber Daya Air

Saat ini prediksi banjir dibuat berdasarkan data hujan yang telah yang sudah tercatat, sedangkan system peringatan dini didasarkan kejadian hujan di dulu DAS. Seiring dengan perkembangan penggunaan internet dan system komputasi dalam prediksi cuaca, maka ke depan, prediksi banjir tidak didasarkan data curah hujan di hulu, akan tetapi berdasarkan pada prakiraan cuaca beberapa hari ke depan.

Penggunaan Material Maju

Penggunaan material maju dalam pembangunan Konstruksi Tandon air, seharusnya segera menggunakan material beton yang dapat memperbaiki sendiri jika terjadi kebocoran. Konsep serupa digunakan pada aspal yang mampu memperbaiki diri jika terjadi kerusakan ringan.

KESIMPULAN

Untuk menjamin keberlanjutannya, desain infrastruktur pengelolaan SDA harus disesuaikan dengan tuntutan kebutuhan pada era industri 4.0. Upaya dilakukan dengan orientasi: peningkatan nilai ekonomis, dan ramah lingkungan. Peningkatan nilai ekonomis dilakukan dengan: optimasi desain, mengkondisikan agar multi fungsi, dan pemakaian material maju

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pemerintah Republik Indonesia, dalam hal ini Kemensitek Dikti melalui LLDIKTI VII yang telah memberikan bantuan biaya penelitian terkait dengan pengelolaan sumber daya air, mulai tahun 2011 sampai saat ini. Pemerintah Kabupaten Malang, Pemerintah Kota Batu, Pemerintah Kota Malang, dan Pemerintah Kabupaten Sampang yang telah memberikan dukungan vasilitas penelitian. Pimpinan ITN Malang, dan Tim peneliti, baik dari unsur dosen, maupun mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

Mizun Bariroh Anis, Soehardjono, Ussy Andawayanti (2017). Kolam Tampung Sebagai Bangunan Pengendali Genangan Di Kecamatan Sampang. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 8, Nomor 1, Mei 2017, hlm 39-47

Jansen Luis, Lariyah Mohd Sidek, Mohamed Nor Bin Mohamed Desa, and Pierre Y. Julien (2013). Hydropower Reservoir For Flood Control: A Case Study On Ringlet Reservoir, Cameron Highlands, Malaysia. *Journal Of Flood Engineering* 4(1) January –June. 2013; pp. 87–102.

Nanik Suryo Haryani, Any Zubaidah, Dede Dirgahayu, Hidayat Fajar Yulianto, dan Junita Pasaribu (2012). Flood Hazard Model Using Remote Sensing Data In Sampang District. *Jurnal Penginderaan Jauh* Vol. 9 No. 1 Juni 2012 : 52-66

Kustamar, Liliyana Susana Dewi, Nainggolan, T.H., Witjaksono. A., Lily Montarchi L. (2017). Development Of The Conservative Village Model In The Upstream Brantas River. *International Journal of GEOMATE*, Oct., 2018 Vol.15, Issue 50, pp. 182 - 188 | ISSN : 2186- 2982 (P), 2186- 2990 (O), Japan, DOI : <https://doi.org/10.21660/2018.50.32375> Special Issue on Science, Engineering & Environment

Burhan Farid, Tyas Ilhami, Fahmi F. (2007). Kajian Unit Resapan Dengan Lapisan Tanah dan Tanaman Dalam Menurunkan Limpasan Permukaan. *Berkala Ilmiah Keairan*, Vol.3 No. 4.

Hutapea, S. 2012. Kajian Konservasi DAS Deli Dalam Upaya Pengendalian banjir Kota Medan. Disertasi. Program Pascasarjana, Fakultas Pertanian, UGM, 2012.

Kustamar, Liliyana Susana Dewi, Nainggolan, T.H., Witjaksono. 2018. Pengendalian Limpasan Permukaan. Mitra Gajayana. Malang.

Dimaz Pradana Putra, Suharyanto, Hari Nugroho. 2014. Perencanaan Normalisasi Sungai Beringin Di Kota Semarang. *Jurnal Karya Teknik SIPIL*, Volume 3, Nomor 4, Tahun 2014

Randy Adlyatma. 2013. Studi Normalisasi Sungai Kemuning Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Rekayasa Sipil / Vol 1 No 1*- Februari 2013 Issn 2337-7720

Kustamar, Fourry Handoko and Aryunto Soetedjo (2018). Flood Control Strategy In Sampang City, East Java, Indonesia. *International Journal of GEOMATE*, Desc, 2018, Vol.15, Issue 52