

Efektifitas Saluran Drainase dalam Menurunkan Risiko Banjir dan Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat di Dataran Banjir

Laksni Sedyowati^{1*}, Gunawan Wibisono², Turijan³, Nanang Mudjito⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang
Jalan Terusan Dieng No. 62-64 Malang Indonesia

^{1*}laksni.sedyowati@unmer.ac.id

Abstrak— Penanganan banjir di dataran banjir dengan kepadatan penduduk tinggi memiliki tantangan yang kompleks. Hampir semua masyarakat di kawasan tersebut enggan berpindah tempat meski sadar akan potensi terjadinya banjir. Penelitian ini bertujuan untuk: 1) mengembangkan pengetahuan dan pemahaman tentang aksi bersama masyarakat dalam menghadapi banjir sekaligus meningkatkan kesejahteraan melalui modifikasi saluran drainase untuk budidaya ikan dan sayuran; 2) menilai efektivitas biaya investasi saluran drainase dengan memperhitungkan seluruh manfaat sosial yang diperoleh sebagai dampak aksi bersama tersebut. Penelitian ini menggunakan metode campuran yang menggabungkan data kuantitatif berupa hasil penyebaran kuisioner, serta data kualitatif berupa hasil interview mendalam dan observasi langsung di lapangan. Parameter desain berupa aksi bersama masyarakat, sedangkan parameter amatan berupa pemahaman penyebab banjir, pemahaman risiko banjir, kesadaran dan partisipasi masyarakat, serta program pengendalian banjir dari pemerintah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman risiko banjir dan partisipasi aktif masyarakat berpengaruh signifikan dalam membangun aksi bersama masyarakat. Aksi bersama ini dapat mengurangi risiko banjir hingga 30%, dan memberikan keuntungan finansial secara langsung. Manfaat total berupa efektivitas biaya investasi saluran drainase mencapai 49,2% dalam setahun.

Kata kunci— aksi bersama, manajemen risiko banjir, ketahanan banjir, kearifan lokal, partisipasi masyarakat.

I. PENDAHULUAN

Curah hujan akibat perubahan iklim seringkali menyebabkan banjir dan genangan. Penilaian risiko di daerah perkotaan diperlukan jika terjadi curah hujan ekstrim [1]. Banjir dan genangan khususnya terjadi di jalan-jalan utama kota [2]. Berkurangnya luas terbuka akibat pembangunan perkotaan yang tidak terkendali berpotensi menghasilkan debit limpasan yang tinggi, terutama pada saat hujan deras. Ada banyak penelitian yang mengkaji masalah banjir perkotaan dan penyelesaiannya, diantaranya adalah penggunaan perkerasan permeabel [3]–[6]. Namun, infrastruktur pengendalian banjir belum secara signifikan mengurangi risiko banjir global, seperti yang ditunjukkan oleh kejadian dan kerugian banjir tahunan rata-rata, 2000-2015 [7]. Hambatan yang signifikan dalam upaya pengendalian banjir adalah kurangnya respon proaktif untuk mengantisipasi bencana. Saat ini tindakan yang dilakukan adalah tindakan reaktif setelah terjadi bencana, seperti tanggap darurat dan pemulihan [8]; upaya lebih struktural daripada tindakan non-struktural [9]; kurangnya peran dan kewenangan yang diberikan kepada masyarakat [10] dan multipihak [11]; dan untuk setiap wilayah yang berbeda tidak ada pendekatan adaptasi khusus yang terkait dengan pengembangan sistem ketahanan banjir perkotaan [12]. Tindakan non-struktural memiliki keuntungan karena ramah lingkungan dan efisien secara ekonomi, tetapi efektivitasnya sensitif terhadap konteks sosio-ekonomi dan perilaku pemerintah [13].

Saat ini, telah terjadi perubahan paradigma pengendalian banjir dari teknologi konvensional ke teknologi modern. Perubahan signifikan dalam upaya mengurangi risiko banjir yang pada awalnya menggunakan pendekatan struktural sekarang beralih ke pendekatan yang lebih “lunak” atau non struktural antara lain pengelolaan banjir terintegrasi, sistem drainase berkelanjutan, pengelolaan limpasan hujan deras [14] dan sistem ketahanan banjir [9]. Untuk meningkatkan efektivitas manajemen risiko bencana dan mengurangi korban jiwa dan harta benda, upaya harus diarahkan pada respon proaktif. Penanggulangan bencana yang proaktif membutuhkan lebih banyak partisipasi dari para pemangku kepentingan, seperti pemerintah, lembaga non pemerintah dan swasta, serta partisipasi masyarakat. Ini berimplikasi pada lebih banyak tenaga dan waktu, biaya operasional, peralatan, fasilitas dan sumber daya manusia, yang mengarah pada integrasi program jangka panjang dan jangka pendek untuk penanggulangan bencana banjir [8]. Sistem perkotaan yang menerapkan sistem perlindungan dengan melibatkan masyarakat secara mandiri dapat menghindari kerusakan yang lebih besar. Berdasarkan beberapa pengalaman sebelumnya, bentuk sistem dapat disesuaikan dengan masalah dan gangguan yang terjadi di wilayah tersebut. Perbedaan dalam sistem perkotaan (kelembagaan, tingkat urbanisasi, aset, budaya risiko yang ada dan kesiapan keuangan) mempengaruhi tingkat gangguan yang terjadi selama dan setelah banjir, serta mencerminkan ketahanan terhadap banjir di sistem perkotaan [15]. Kendala-kendala yang muncul dalam pengelolaan risiko banjir masyarakat, seperti kurangnya sumber daya keuangan, menyebabkan

sindrom ketergantungan bantuan yang dapat menjadi penghambat keberhasilan program. Kurangnya sumber pendanaan dan kepemilikan lokal juga menjadi tantangan utama bagi keberlanjutan program. Mengidentifikasi tantangan dapat menjelaskan batasan dan memandu bagaimana perbaikan diperlukan, sehingga memberikan kontribusi yang berharga pada basis pengetahuan yang ada [16].

Kota Malang yang berada di dataran tinggi dan dialiri oleh lima sungai yang topografinya memiliki karakter aliran yang sangat baik dengan kondisi topografi berbukit [17], seharusnya tidak mengalami masalah banjir yang berarti. Namun, perkembangan kota yang pesat dan perubahan karakteristik hujan akibat perubahan iklim telah menyebabkan banjir dan genangan selama musim hujan. Upaya pencegahan banjir sudah banyak dilakukan pemerintah daerah, namun hingga saat ini belum terlihat hasil yang optimal. Untuk mendorong pemerintah, dunia usaha, masyarakat dan pihak lain untuk terus berkontribusi dalam proyek pengelolaan risiko banjir, perlu diberikan pemahaman bahwa proyek pengendalian banjir juga dapat memberikan manfaat ekonomi secara langsung, terutama bagi masyarakat yang terkena dampak banjir. Hal ini dapat meningkatkan minat pihak terkait, seperti pemerintah, swasta, dan sponsor lain untuk berinvestasi dalam proyek pengendalian banjir. Ada beberapa keuntungan yang dapat diperhitungkan sebagai efektivitas biaya dalam setiap investasi yang diberikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pengetahuan dan pemahaman tentang aksi bersama masyarakat dalam menghadapi banjir sekaligus meningkatkan kesejahteraan melalui modifikasi saluran drainase untuk budidaya ikan dan sayuran; 2) menilai efektivitas biaya investasi saluran drainase dengan memperhitungkan seluruh manfaat sosial yang diperoleh sebagai dampak aksi bersama tersebut.

II. OBJEK PENELITIAN DAN METODE

A. Lokasi Penelitian

Wilayah studi terletak di dataran banjir di Kota Malang, yaitu Kampung Glintang RW 5. Kampung ini juga dikenal dengan sebutan Jalan Air Glintang atau *Glintang Water Street* (GWS). Nama GWS dipicu oleh fungsi jalan yang berubah menjadi saluran pada saat hujan lebat, khususnya pada jalan yang berada pada radius ± 100 m dari sungai. Dengan luas 8,2 ha dan jumlah penduduk 810 jiwa, kawasan ini tergolong pemukiman dengan kepadatan tinggi, yaitu sekitar 9900 jiwa/km². Sejak awal tahun 2000 hampir 50% wilayah mengalami banjir setiap musim hujan dengan ketinggian banjir rata-rata 0,7 meter dan maksimum 1,5 meter. Ada saluran besar selebar sekitar 10 meter di batas selatan, jalan raya di barat, kampung tetangga yang padat di utara dan rel kereta api di timur. Ketiga kawasan perbatasan tersebut memiliki elevasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan Kampung Glintang sehingga kawasan ini seperti kolam air pada musim hujan. Kondisi semakin parah karena terjadi aliran balik ketika permukaan air di saluran pembuang utama kota meningkat dan air meluap ke kampung.

B. Saluran Drainase Yang Dimodifikasi

Untuk mengurangi tinggi genangan yang terjadi di lokasi studi, Pemerintah Kota Malang melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang DPUPR) pada Tahun 2018 membuat saluran drainase dengan total panjang 40 meter. Saluran terdiri dari dua ruas saluran, yaitu ruas bagian utara sepanjang 24 meter dan ruas bagian barat sepanjang 16 meter. Atas inisiatif dan aksi bersama dari masyarakat setempat, saluran drainase tersebut dimodifikasi agar dapat dimanfaatkan untuk budidaya ikan dan sayuran dengan menggunakan konsep *urban farming*. Pada awalnya saluran hanya digunakan untuk budidaya ikan lele dan sayuran berupa terong, lombok, tomat. Modal untuk benih ikan lele diperoleh dari hasil kerjasama dengan tim peneliti Prodi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang, sedangkan benih sayuran merupakan sumbangan dari Dinas PUPR.

Saat ini, jenis ikan yang dibudidayakan juga semakin beragam antara lain nila, tombro, patin, juga sayuran antara lain sawi daging, labu, selada, kangkung dan bayam. Jenis ikan dan sayuran dipilih yang biasa dikonsumsi masyarakat sehari-hari, karena diharapkan hasil budidaya ikan dan sayuran ini dapat memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Pada akhirnya, harapan ini menjadi kenyataan dengan penghargaan yang diperoleh Kampung GWS sebagai Kampung Ketahanan Pangan.

Hasil panen ikan lele dijual dalam bentuk ikan segar maupun hasil olahan berupa bakso lele, sempol lele, sambal lalapan lele dan mangut lele. Rata-rata hasil penjualan ikan lele dan olahannya per bulan sebesar kurang lebih Rp. 7.500.000,-. Sedangkan rata-rata hasil penjualan sayuran dan olahan sayuran antara lain berupa jus, es krim dengan bahan labu dan sawi daging, sebesar Rp. 3.000.000,- per bulan. Jumlah pendapatan dalam sebulan dari budidaya lele dan sayuran sebesar Rp. 10.500.000. Biaya operasional yang meliputi pembelian bibit ikan dan sayuran, tenaga kerja, bahan tambahan dan biaya pengolahan makanan kurang lebih sebesar Rp. 6.500.000,- per bulan. Pendapatan bersih dari hasil budidaya ikan dan sayuran sebesar Rp. 4.000.000,- per bulan, atau Rp. 48 juta ,- per tahun.



Gambar 1. Saluran drainase pada saat pembangunan



Gambar 2. Saluran drainase yang dimodifikasi untuk budidaya ikan dan sayuran



Gambar 3. Air budidaya ikan dimanfaatkan untuk budidaya saluran melalui sistem sirkulasi



Gambar 4. Pembibitan sayuran dengan sistem sirkulasi air kolam ikan



Gambar 5. Ikan lele hasil budidaya

C. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode campuran yang memadukan data kuantitatif yang diperoleh dari hasil penyebaran kuesioner (43 responden dari 162 kepala keluarga), dan data kualitatif menggunakan wawancara mendalam (10 informan) dan observasi lapangan. Data kuantitatif digunakan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi aksi bersama masyarakat. Faktor-faktor yang diidentifikasi antara lain pemahaman penyebab banjir, pemahaman risiko banjir, kesadaran dan partisipasi masyarakat, program pengendalian banjir dari pemerintah. Kuesioner juga digunakan untuk mengetahui risiko banjir dan tingkat ketahanan masyarakat pada setiap kejadian banjir. Wawancara mendalam dilakukan untuk mengetahui alasan mengapa masyarakat tetap tinggal di dataran banjir, perkiraan kerugian banjir yang terjadi selama 10 tahun terakhir, dan nilai-nilai masyarakat yang digunakan dalam sistem ketahanan banjir yang terbentuk secara alami di masyarakat. Pengamatan lapangan dilakukan untuk mengetahui sistem ketahanan banjir masyarakat yang ada, interaksi masyarakat lokal dengan pemerintah daerah dan instansi terkait, serta ide kreatif masyarakat, inovasi dan keterampilan masyarakat setempat dalam mengoptimalkan fungsi saluran banjir.

Kuesioner terdiri dari lima kategori pertanyaan sebagai berikut: 1) Aksi bersama masyarakat; 2) Pemahaman penyebab banjir; 3) Pemahaman risiko banjir; 4) Kesadaran dan partisipasi masyarakat; 5) Program pengendalian banjir dari Pemerintah. Jawaban responden atas pertanyaan pada kuisisioner diarahkan pada empat alternatif jawaban menurut Skala Likert. Empat alternatif jawaban tersebut adalah: terus menerus, skor 4; seringkali, skor 3; jarang, skor 2; tidak pernah skor 4. Data tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan uji reliabilitas dan validitas. Pengisian kuesioner dilakukan melalui wawancara langsung dengan responden dan jawaban langsung diisi pada kolom yang sesuai. Data kuesioner kemudian dianalisis menggunakan uji korelasi, determinasi dan analisis regresi.



Gambar 6. FGD dan pengisian kuesioner

Wawancara mendalam dilakukan terhadap 10 tokoh masyarakat sebagai informan, yaitu: Ketua RW (satu orang), Ketua PKK RW (satu orang), Ketua RT (lima orang), Ketua Takmir Masjid (satu orang), Ketua Karang Taruna (satu orang), sesepuh (satu orang) dan instansi pemerintah daerah terkait. Wawancara juga dilakukan untuk menggali peran instansi terkait dalam mengembangkan potensi masyarakat menuju ketahanan pangan, kelestarian lingkungan, serta fasilitas yang disediakan.

D. Analisis Hidrologi dan Hidrolika

Analisis hidrologi dilakukan untuk mengetahui debit limpasan yang menyebabkan genangan di lokasi penelitian. Debit limpasan dihitung menggunakan Metode Rasional dengan data curah hujan yang diperoleh dari

Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Kota Malang dengan panjang data 10 tahun, yaitu Tahun 2009-2018. Daerah tangkapan air diukur menggunakan Google Maps dan survei lapangan. Koefisien limpasan ditentukan berdasarkan jenis penggunaan lahan di daerah drainase, kemudian dihitung rata-ratanya. Analisis hidrolika digunakan untuk mengetahui kapasitas saluran drainase yang dibangun pemerintah sebagai investasi pengendalian banjir di lokasi studi. Kapasitas saluran dihitung menggunakan rumus Manning dengan data teknis sesuai spesifikasi saluran. Penurunan debit limpasan akibat pembangunan saluran drainase merupakan hasil pengurangan limpasan dan debit kapasitas, dan disebut juga sebagai debit yang tidak terkendali. Kedalaman genangan kemudian diestimasi dengan menggunakan rasio volume genangan dan luas genangan, sedangkan volume genangan dihitung dengan mengalikan debit limpasan dan durasi hujan.

E. Analisis Efektivitas Biaya

Analisis efektivitas biaya atau *cost effectiveness analysis* (CEA) merupakan alat pengambilan keputusan dari beberapa alternatif tindakan yang diambil [18]. Telah terjadi peningkatan penggunaan CEA dalam beberapa tahun terakhir. Konsep inti CEA cukup sederhana, yaitu menggabungkan biaya bersih dari intervensi yang diberikan dan hasil efektivitasnya, kemudian menggunakan rasio efektivitas biaya yang dihasilkan untuk membandingkan intervensi dengan intervensi alternatif yang bertujuan untuk mencapai tujuan yang sama (perubahan perilaku, peningkatan hasil yang baik, atau penurunan hal-hal buruk). Rasio efektivitas biaya dapat dihitung secara berbeda tergantung pada apakah intervensi yang diberikan harus dipilih daripada alternatif, atau apakah dapat digabungkan dengan beberapa alternatif lainnya.

Ada empat pertimbangan awal dan lima langkah penting dalam melakukan CEA [19]. Pertimbangan awal terdiri dari penentuan *baseline*, pemilihan hasil yang sesuai, penentuan perspektif biaya dan jangka waktu. *Baseline* dapat berupa program atau kondisi masyarakat yang sudah ada. Langkah pertama dalam melaksanakan CEA adalah mengembangkan pertanyaan penelitian yang harus didefinisikan dengan jelas. Langkah kedua adalah merancang mekanisme analisis keputusan untuk menggambarkan secara grafis urutan terjadinya intervensi. Langkah ketiga adalah menghitung biaya dan hasil. Langkah keempat adalah menentukan rasio efektivitas biaya (CER) dan rasio efektivitas biaya tambahan (ICER) dan langkah terakhir adalah menguji ketidakpastian dengan melakukan analisis sensitivitas untuk menguji ketahanan kesimpulan dari evaluasi ekonomi. Justifikasi yang baik dari suatu program atau intervensi dalam hal biaya dan efektivitas harus dipastikan sebelum implementasi, oleh karena itu proses pengambilan keputusan untuk alokasi sumber daya yang efisien dapat difasilitasi melalui studi evaluasi ekonomi dengan menggunakan CEA.

III. HASIL

A. Parameter Desain dan Parameter Amatan

Dalam penelitian ini, parameter desain berupa aksi bersama (*collective action*). Faktor-faktor yang mempengaruhi diidentifikasi berdasarkan hasil wawancara mendalam dan observasi lapangan. Ada empat parameter amatan yang diidentifikasi sebagai variabel penelitian. Oleh karena itu, variabel yang digunakan ada lima, yaitu satu variabel terikat dan empat variabel bebas. Variabel tersebut adalah sebagai berikut: 1) aksi bersama masyarakat (Y); 2) pemahaman penyebab banjir (X1); 3) Pemahaman risiko banjir (X2); 4) kesadaran dan partisipasi masyarakat (X3); 5) program pengendalian banjir dari pemerintah (X4). Korelasi antar variabel dianalisis menggunakan uji korelasi dan analisis regresi. Analisis data didasarkan pada tiga kategori atau kelompok responden: 1) tokoh masyarakat (N = 10); 2) responden laki-laki (N = 26); responden perempuan (N = 17).

B. Uji Validitas dan Reliabilitas

Faktor yang paling berpengaruh dalam membentuk aksi bersama masyarakat diperoleh berdasarkan hasil analisis kuesioner terhadap 43 responden. Kuesioner dianalisis untuk mendapatkan data terukur dari lima variabel yang terdiri dari satu variabel terikat dan empat variabel bebas seperti dijelaskan di atas. Berdasarkan uji reliabilitas kuesioner secara simultan semua variabel diperoleh nilai Cronbach's Alpha sebesar 0,72 (lebih besar dari 0,6) yang berarti instrumen kuesioner yang digunakan reliabel [20]. Selanjutnya, hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dapat dianalisis menggunakan analisis regresi. Validitas kategori pertanyaan dalam kuesioner dianalisis secara simultan dan menghasilkan koefisien validitas sebesar 0,75. Hasil perhitungan P-value pada taraf signifikansi 0,00 lebih rendah dari 0,05 [21] seperti terlihat pada Tabel 2.

TABEL 1
HASIL UJI RELIABILITAS

Kode	Variabel	Cronbach Alpha	Nilai Standar	Signifikansi
X1	Pemahaman penyebab banjir	0.66	0.6	reliable
X2	Pemahaman risiko banjir	0.72	0.6	reliable
X3	Kesadaran dan partisipasi masyarakat	0.64	0.6	reliable
X4	Program pengendalian banjir dari pemerintah	0.62	0.6	reliable

TABEL 2
HASIL UJI VALIDITAS

Kode	Variabel	r	P-value	Signifikansi
X1	Pemahaman penyebab banjir	0.31	0.16	tidak valid
X2	Pemahaman risiko banjir	0.76	0.00	valid
X3	Kesadaran dan partisipasi masyarakat	0.37	0.05	valid
X4	Program pengendalian banjir dari pemerintah	0.46	0.11	tidak valid

C. Koefisien Korelasi dan Koefisien Determinasi

Kuatnya hubungan antar variabel dalam penelitian ini ditunjukkan oleh koefisien korelasi, sedangkan pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap variabel terikat ditunjukkan oleh koefisien determinasi. Koefisien korelasi dan koefisien determinasi lengkap seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4 di bawah ini.

TABEL 3
KOEFSIEN KORELASI ANTAR VARIABEL

Kode Variabel	Y	X1	X2	X3	X4
Y	1.00				
X1	0.22	1.00			
X2	0.66	0.15	1.00		
X3	0.28	0.16	0.33	1.00	
X4	0.38	0.23	0.40	0.29	1.00

TABEL 4
KOEFSIEN DETERMINASI (R²) HASIL ANALISIS REGRESI

Kode	Variabel	r ²	P-value	Significance
X1	Pemahaman penyebab banjir	0.05	0.16	no
X2	Pemahaman risiko banjir	0.43	0.00	yes
X3	Kesadaran dan partisipasi masyarakat	0.08	0.07	no
X4	Program pengendalian banjir dari pemerintah	0.15	0.11	no

D. Analisis Regresi Berganda

Hasil uji reliabilitas dan validitas menunjukkan hanya dua variabel bebas yang valid yaitu pemahaman risiko banjir (X2) dan kesadaran dan partisipasi masyarakat (X3) yang ditunjukkan oleh Cronbach's Alpha lebih besar dari 0,6 dan P-value lebih kecil dari 0,05. Analisis regresi berganda dilakukan dengan menggunakan kedua variabel tersebut dan menghasilkan persamaan sebagai berikut.

$$Y = 0.66 + 0.19X_2 + 0.32X_3 \quad (1)$$

Persamaan tersebut kemudian diuji dengan Uji Efisiensi Nash-Sutcliffe (NSE), root mean square error (RMSE), dan mean absolute error (MAE). Hasil lengkapnya disajikan pada Tabel 5.

TABEL 5
KOEFSIEN DETERMINASI (R²) HASIL ANALISIS REGRESI

No	Jenis Uji	Nilai Uji
1	Nash-Sutcliffe efficiency	0.71
2	Root Mean Square Error	0.30
3	Mean Absolute Error	0.23

E. Debit Limpasan dan Kedalaman Genangan

Untuk mengakomodasi ketidakpastian curah hujan, digunakan dua macam pendekatan debit limpasan sebagai dasar penentuan kedalaman genangan di wilayah studi, yaitu debit limpasan periode ulang 2 tahun (Q₂) dan 5 tahun (Q₅). Perhitungan analisis hidrologi menggunakan rangkaian data curah hujan harian selama 10 tahun dan durasi hujan lebat sekitar 30-60 menit, dan diperoleh hasil sebagai berikut:

- 1) Q₂ = 10,24 m³/dt, Q₅ = 12,73 m³/dt, dan kapasitas saluran drainase = 7,00 m³/dt,
- 2) debit yang tidak terkontrol untuk periode ulang 2 tahun = 3,24 m³/dt, menyebabkan genangan seluas 0,95 ha, kedalaman genangan 20–50 cm, dan penyusutan karena banjir yang terdiri dari usia bangunan

dan interior, sepeda motor, peralatan listrik, furnitur, ternak, dan kebun sayur-mayur, dengan total kerugian sekitar 94 juta rupiah.

- 3) Debit yang tidak terkontrol periode ulang 5 tahun = 5,73 m³/dt, menyebabkan genangan seluas 1,42 ha, kedalaman genangan 50–100 cm, dan kerugian banjir yang terdiri dari kerusakan jalan, gedung dan interior, kendaraan (mobil dan sepeda motor), peralatan listrik, furnitur, kandang ternak, dan kebun sayur-mayur, dengan total kerugian sekitar 125 juta rupiah.
- 4) Kedalaman genangan yang sering terjadi di wilayah studi berkisar antara 50–100 cm.

F. Sistem Ketahanan Banjir Eksisting

Berdasarkan nilai-nilai kearifan lokal yaitu gotong royong dan guyub rukun, masyarakat membangun sistem ketahanan banjir mereka sendiri yang menggabungkan tindakan struktural dan non-struktural. Komponen struktur terdiri dari saluran drainase, indikator ketinggian air, pintu air untuk pengendalian tinggi muka air, dan stasiun pompa untuk menaikkan air ke badan air penerima terdekat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Tindakan non-struktural terdiri dari peringatan dini banjir alami, yaitu menggunakan suara petir sebagai tanda akan terjadi hujan deras, jalur evakuasi ke daerah aman, bantuan rumah tetangga yang tidak tergenang air untuk berteduh, dan saling membantu saat membersihkan dampak banjir. Sistem ini dapat mengurangi kerusakan dan kerugian banjir sampai dengan 30%. Sebagaimana dinyatakan oleh Batica dan Gourbesville [15] bahwa kerusakan banjir dapat diminimalisir jika sistem perkotaan telah menerapkan beberapa langkah perlindungan, dengan masyarakat di dalamnya dapat mengatur dirinya sendiri sehingga tidak terjadi kerusakan yang lebih besar.



Gambar 7. Sistem Ketahanan Banjir Eksisting

G. Analisis Efektivitas Biaya Pembuatan Saluran Drainase

Analisis efektivitas biaya diawali dengan mengidentifikasi seluruh biaya dan manfaat sistem ketahanan banjir dan manajemen risiko yang telah dilaksanakan, baik nilai moneter maupun non moneter. Penghitungan efektivitas biaya dikategorikan menjadi tiga kondisi, sebagai berikut:

- 1) Kondisi 1: Sebelum penerapan saluran drainase dan aksi bersama masyarakat.
- 2) Kondisi 2: Setelah implementasi saluran drainase yang digunakan untuk budidaya ikan dan sayuran.
- 3) Kondisi 3: Setelah saluran drainase dimanfaatkan untuk budidaya ikan dan sayuran, serta penerapan sistem ketahanan banjir.

TABEL 6
PERHITUNGAN EFEKTIVITAS BIAYA PADA IMPLEMENTASI TAHUN 2018-2019,
DALAM JUTA RUPIAH

No.	K	Condition 1	Condition 2	Condition 3
1	Kerugian banjir (dalam juta Rp.)	94.07	75.25	41.39
2	Biaya investasi saluran drainase	0	178.54	178.54
3	Biaya operasional dan pemeliharaan saluran	0	26.55	26.55
4	Pendapatan netto dari budidaya ikan dan sayuran	0	48.00	48.00
5	Manfaat	0	43.31	77.18
6	Cost effectiveness (%)	0	32.50	49.20

IV. PEMBAHASAN

Hasil uji reliabilitas, validitas, korelasi dan determinasi sebagaimana dijelaskan pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4, menunjukkan bahwa aksi bersama untuk mengatasi masalah banjir yang berkembang secara alamiah di masyarakat sangat dipengaruhi oleh tingkat pemahaman tentang risiko banjir, serta kesadaran dan

partisipasi masyarakat setempat. Sedangkan program pemerintah tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap timbulnya aksi bersama masyarakat. Sistem ketahanan banjir masyarakat memang sudah terbentuk sebelum pemerintah melaksanakan program pengendalian banjir di wilayah studi. Hal ini bertentangan dengan hasil penelitian Šakić Trogrlić et al [22] yang menyatakan bahwa kurangnya sumber daya keuangan menyebabkan masyarakat memiliki ketergantungan terhadap pemerintah maupun pihak lain, yang dapat menjadi penghambat bagi keberhasilan program. Keterbatasan finansial justru mendorong masyarakat untuk mengembangkan ide-ide kreatif dan inovatif seperti penggunaan saluran drainase untuk budidaya ikan dan sayuran. Rasa memiliki masyarakat membuat upaya terus berkembang, manfaat finansial semakin meningkat sehingga keberlanjutan program tetap terjaga. Kesadaran dan partisipasi masyarakat juga diwujudkan dalam bentuk respon yang cepat terhadap bahaya banjir, dimana masyarakat yang tidak terdampak bergotong royong membantu masyarakat yang terdampak. Bahkan sebagian masyarakat, khususnya pimpinan dan tokoh masyarakat secara proaktif melakukan pengelolaan risiko banjir sekaligus meningkatkan ketahanan pangan masyarakat. Hal ini mendukung penelitian Tingsanchali [8] yang menyatakan bahwa upaya harus diarahkan pada respon proaktif. Salah satu respon proaktif berupa sistem peringatan banjir dengan teknologi sederhana yang sudah berfungsi dengan baik. Tabel 2 dan Tabel 4 juga menunjukkan bahwa masyarakat juga tidak merasa perlu memahami penyebab banjir karena mereka sudah menyadari bahwa mereka tinggal di daerah dataran banjir.

Hasil uji efisiensi dan penyimpangan model persamaan parameter desain seperti yang disajikan pada Tabel 5 menunjukkan bahwa model memiliki efisiensi yang baik dalam mengestimasi potensi adanya aksi bersama masyarakat berdasarkan tingkat pemahaman risiko banjir serta tingkat keasadaran dan partisipasi masyarakat. Semakin tinggi tingkat pemahaman risiko banjir serta tingkat kesadaran dan partisipasi masyarakat untuk secara bersama-sama mengatasi masalah yang terjadi di masyarakat, tidak hanya masalah banjir, maka aksi bersama masyarakat akan semakin tinggi pula.

Tabel 6 menunjukkan perhitungan efektivitas biaya dari ketiga kondisi tersebut. Dapat dilihat bahwa pada Kondisi 2 biaya investasi pembangunan saluran drainase sebesar hampir 180 juta rupiah dapat memberikan manfaat, yaitu berkurangnya kerugian banjir, dan pendapatan dari hasil ikan dan sayuran yang mencapai 652 USD per bulan. Jadi ada efektivitas biaya sebesar 32,5% dalam setahun. Sedangkan pada Kondisi 3, penurunan tinggi banjir lebih besar dengan memperhitungkan manfaat penerapan sistem ketahanan banjir eksisting. Hal tersebut berdampak pada peningkatan efektivitas biaya hingga 49,2% dalam setahun. Oleh karena itu, investasi pemerintah kedepannya pada program pengendalian banjir di kampung ini akan memberikan manfaat dan nilai tambah mendekati 50%. Hal ini menunjukkan bahwa kolaborasi pembagian risiko antara pemerintah di semua tingkatan dan semua sektor, serta semua pemangku kepentingan merupakan komponen utama untuk mengembangkan kebijakan dan tindakan berdasarkan risiko sehingga pengelolaan risiko banjir yang efektif dapat terwujud [7], [23]. Oleh karena itu, investasi pemerintah ke depan pada program-program pengendalian banjir akan memberikan manfaat sosial dan ekonomi.

V. KESIMPULAN

Masyarakat memiliki nilai-nilai kearifan lokal yaitu gotong royong dan guyub rukun yang sudah tertanam dengan kuat sebagai warisan budaya dan hasil pendidikan orang tua. Nilai-nilai ini selanjutnya mendasari pengembangan sistem ketahanan dan manajemen risiko banjir. Masyarakat juga memiliki kreasi, inovasi dan produktivitas yang tinggi sehingga dapat mengembangkan budidaya ikan dan sayuran dengan memanfaatkan saluran drainase dan air sisa budidaya ikan untuk menyuburkan tanaman. Hasil ikan dan sayuran digunakan untuk membiayai sistem ketahanan banjir masyarakat. Program pengendalian banjir saat ini tidak hanya menurunkan tingkat resiko banjir hingga 30%, tetapi juga memberikan efektivitas biaya yang dihasilkan dari sistem manajemen resiko banjir hingga 49,2% dalam setahun.

Hasil studi dapat menjadi pembelajaran bagi pemerintah dan pihak lain yang berkepentingan, bahwa masyarakat setempat sudah siap bernegosiasi dengan banjir. Hal ini dapat meringankan beban dan tanggung jawab pemerintah atau pihak lain dalam menangani masalah banjir. Lambat laun, peran pemerintah bergeser hanya sebagai fasilitator.

Diperlukan studi lebih lanjut, terutama di wilayah yang lebih luas atau di wilayah lain dengan karakteristik masyarakat yang berbeda, sehingga dapat dikembangkan model hubungan antara pengelolaan risiko banjir dengan lokasi geografis dan karakteristik masyarakat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini, khususnya mahasiswa Program Studi Teknik Sipil dan Program Doktor Ilmu Ekonomi Universitas Merdeka Malang. Penelitian ini didukung secara finansial oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia, melalui program hibah penelitian kompetitif nasional, yaitu Penelitian Terapan (PT) Tahun 2020.

REFERENSI

- [1] P. S. Kaspersen and K. Halsnæs, "Integrated climate change risk assessment: A practical application for urban flooding during extreme precipitation," *Clim. Serv.*, vol. 6, pp. 55–64, 2017.
- [2] L. Sedyowati, Turijan, Suhardjono, E. Suhartanto, and M. Sholichin, "Runoff Behavior on Urban Road Intersection based on Flow Profile Simulation," *Int. Rev. Spat. Plan. Sustain. Dev.*, vol. 6, no. 1, pp. 32–44, 2018.
- [3] K. A. Collins, W. F. Hunt, and J. M. Hathaway, "Hydrologic Comparison of Four Types of Permeable Pavement and Standard Asphalt in Eastern North Carolina," *J. Hydrol. Eng.*, vol. 13, no. 12, pp. 1146–1157, 2008.
- [4] T. Lucke, "Using drainage slots in permeable paving blocks to delay the effects of clogging: Proof of concept study," *Water (Switzerland)*, vol. 6, no. 9, pp. 2660–2670, 2014.
- [5] P. W. B. Nichols, T. Lucke, and C. Dierkes, "Comparing two methods of determining infiltration rates of permeable interlocking concrete pavers," *Water (Switzerland)*, vol. 6, no. 8, pp. 2353–2366, 2014.
- [6] L. Sedyowati, S. Suhardjono, E. Suhartanto, and M. Sholichin, "Runoff velocity behaviour on smooth pavement and paving blocks surfaces measured by a tilted plot," *J. Water L. Dev.*, vol. 33, no. 1, pp. 149–156, 2017.
- [7] OECD, *Financial Management of Flood Risks*, vol. 15, no. 0. Paris: OECD Publishing, 2016.
- [8] T. Tingsanchali, "Urban flood disaster management," *Procedia Eng.*, vol. 32, pp. 25–37, 2012.
- [9] P. Sayers *et al.*, *Flood Risk Management: A Strategic Approach*. Paris: UNESCO, 2013.
- [10] U. Wehn, M. Rusca, J. Evers, and V. Lanfranchi, "Participation in flood risk management and the potential of citizen observatories: A governance analysis," *Environ. Sci. Policy*, vol. 48, pp. 225–236, 2015.
- [11] A. C. Tyagi and S. Yodmani, *Social aspects and Stakeholder Involvement in Integrated flood Management*, no. WMO-No. 1008. 2006.
- [12] C. Dieperink *et al.*, "Enhancing urban flood resilience as a multi-level governance challenge: An exploration of multi-level coordination mechanisms," pp. 1–26, 2016.
- [13] R. J. Dawson, T. Ball, J. Werritty, A. Werritty, J. W. Hall, and N. Roche, "Assessing the effectiveness of non-structural flood management measures in the Thames Estuary under conditions of socio-economic and environmental change," *Glob. Environ. Chang.*, vol. 21, no. 2, pp. 628–646, May 2011.
- [14] Associated Programme on Flood Management, "Risk Sharing in Flood Management," 2016.
- [15] J. Batica and P. Gourbesville, "Flood Resilience Index-Methodology And Application," 2014.
- [16] R. Šakić Trogrlić, G. B. Wright, A. J. Adeloje, M. J. Duncan, and F. Mwale, "Taking stock of community-based flood risk management in Malawi: different stakeholders, different perspectives," *Environ. Hazards*, vol. 17, no. 2, pp. 107–127, 2018.
- [17] R. Wikantiyoso and T. Suhartono, "The Role of CSR in the Revitalization of Urban Open Space for Better Sustainable Urban Development," *Int. Rev. Spat. Plan. Sustain. Dev.*, vol. 6, no. 4, pp. 5–20, 2018.
- [18] T. L. Gift and J. Marrazzo, "Cost-Effectiveness Analysis," pp. 482–499, 2007.
- [19] N. Haslinda, M. H. Juni, and A. M. Rosliza, "Designing and Conducting Cost-Effectiveness Analysis Studies in Healthcare," *Int. J. Public Heal. Clin. Sci.*, vol. 4, no. 5, pp. 2289–7577, 2017.
- [20] J. P. Guilford, *Fundamental Statistic in Psychology and Education*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc., 1956.
- [21] J. Sarwono, *Metode penelitian kuantitatif & kualitatif*, Pertama. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2006.
- [22] R. Šakić Trogrlić, G. B. Wright, A. J. Adeloje, M. J. Duncan, and F. Mwale, "Taking stock of community-based flood risk management in Malawi: different stakeholders, different perspectives," *Environ. Hazards*, vol. 17, no. 2, pp. 107–127, 2018.
- [23] ASCE, *Flood risk management: Call for a National Strategy*. Virginia: ASCE Press, 2014.