

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

51d740c2628e7ef9419f3811598dc6c4bf813343972747981159283a8d4fad40

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

**PENGELOLAAN SUMBER DAYA AIR PARTISIPATIF  
DI WILAYAH HULU DAERAH ALIRAN SUNGAI BIALO, SULAWESI SELATAN**

*(Participatory Water Resources Management in the Bialo Upstream Watershed, South Sulawesi)*

M.Kudeng Sallata<sup>1</sup>, Hunggul Y.S.H. Nugroho<sup>1\*</sup>

Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN),  
Jalan Raya Jakarta-Bogor Km.46, Cibinong 16911, Indonesia;

\*Email: [hunq001@brin.go.id](mailto:hunq001@brin.go.id); telp : +62-811-4093-999

Diterima: 02 Februari 2022, Direvisi : 07 Juli 2022, Disetujui : 07 Juli 2022

**ABSTRACT**

*Poor watershed management has resulted in environmental degradation and has resulted in increasingly competitive use of water resources. The balance between demand and supply of water in the upstream watershed area as a water recharge area becomes difficult to obtain. The main parties most affected are the poor in the upstream watershed. This research was carried out in two villages in Bulukumba Regency and Bantaeng Regency, South Sulawesi with the aim of producing an effective and efficient residential-based independent water resource management model in the upstream watershed that ensures a balance between demand and sustainable supply. The participatory action research (PAR) method is used as an approach in conducting research. PAR prioritizes participatory action, assessment, and learning through regular mentoring to encourage interactive community participation. In describing the general condition of the research location, qualitative descriptive analysis was used. Domestic water supply and demand are calculated based on the number and rate of population growth. The results showed that the settlement-based water management model in the two villages was able to produce water that exceeds the need and in sufficient quantity and quality in a sustainable manner. From the process of implementing the activities for 3 years, it can be seen that the PAR approach with mentoring has an impact on increasing the community's ability, self-confidence, and increasing their motivation to manage their natural resources better together. The PAR process also triggers an increase in public perception and trust in assistance from outside parties so that subsequent programs are more easily accepted by the community.*

**Keywords: Participation, Water resources, Community needs, Mentoring, PAR**

## ABSTRAK

Pengelolaan DAS yang buruk telah berdampak pada degradasi lingkungan dan berujung pada pemanfaatan sumber daya air yang semakin kompetitif. Keseimbangan antara kebutuhan dan penyediaan air di daerah hulu DAS sebagai daerah imbuhan air menjadi sulit diperoleh. Pihak utama yang paling terkena dampak adalah masyarakat miskin di hulu DAS. Penelitian ini dilaksanakan di dua kampung di Kabupaten Bulukumba dan Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan dengan tujuan untuk menghasilkan model pengelolaan sumber daya air mandiri berbasis pemukiman di hulu DAS yang efektif dan efisien yang menjamin keseimbangan antara kebutuhan dan kelestarian penyediaan. Metode *Participatory Action Research* (PAR) digunakan sebagai pendekatan dalam pelaksanaan penelitian. PAR mengutamakan aksi partisipatif, pengkajian, dan pembelajaran melalui pendampingan secara teratur untuk menggiatkan partisipasi interaktif masyarakat. Dalam menggambarkan kondisi lokasi penelitian secara umum, digunakan analisis diskriptif kualitatif. Ketersediaan dan kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah dan tingkat pertumbuhan penduduk. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa model pengelolaan air berbasis pemukiman yang dilaksanakan di kedua kampung mampu menghasilkan air melebihi kebutuhan dan jumlah dan kualitas yang memadai secara berkelanjutan. Dari proses pelaksanaan kegiatan selama 3 tahun, terlihat bahwa pendekatan PAR dengan pendampingan berdampak pada meningkatnya kemampuan masyarakat, rasa percaya diri, dan meningkatnya motivasi mereka untuk mengelola sumber daya alamnya secara bersama dengan lebih baik. Proses PAR juga memicu meningkatnya persepsi dan kepercayaan masyarakat terhadap pendampingan dari pihak luar sehingga program-program berikutnya lebih mudah diterima masyarakat.

**Kata Kunci: Partisipasi, Sumberdaya air, Kebutuhan penduduk, Pendampingan, PAR**

### I. PENDAHULUAN

Sumber daya air merupakan salah satu kebutuhan mendasar manusia sepanjang hidup (Coelho, Gouveiab, Souzac, Milfontd, & Barrosa, 2016). Setiap hari manusia mengkonsumsi air sesuai kebutuhan tubuhnya untuk memfasilitasi segala proses gerak dan metabolisme dalam tubuh mereka. Selain itu air juga digunakan untuk memfasilitasi kehidupan sehari-hari seperti mengairi sawah, tanaman, maupun penggerak turbin untuk menghasilkan energi listrik, dan lain-lainnya (Soekarto, 2014). Untuk menjamin

kelestarian pemanfaatan hasil air guna kebutuhan manusia tersebut, pola pengelolaan sumber daya air di daerah hulu DAS menjadi faktor yang menentukan (Asdak, 2014; Sallata, 2015).

Ekosistem hutan yang selama ini dipandang dapat mengendalikan keseimbangan tata air (*streamflow regulator*) terutama di daerah hulu DAS, kini telah mengalami kerusakan semakin tidak terkendali (Asdak, 2014; Kusratmoko, Dayanti, & Supriatna, 2017) akibat eksploitasi untuk memenuhi kebutuhan pangan dan papan penduduk maupun

pembakaran lahan yang tak terkendali pada saat pembukaan lahan untuk perkebunan/pertanian (Rahman, Nursari, Putro, & Baskoro, 2018). Populasi penduduk yang semakin meningkat di hulu DAS di satu sisi mengakibatkan tekanan terhadap alam semakin tinggi. Namun disisi lain, sesungguhnya menjadi potensi yang bisa dikelola untuk menata sumber daya alam yang ada di sekitarnya (Bagdi & Kurothe, 2014; Putra, Utama, & Mersyah, 2019). Pada kenyataannya, pengelolaan DAS yang buruk telah berdampak pada degradasi lingkungan dan berujung pada pemanfaatan sumber daya tanah dan air yang semakin kompetitif (Amini, Ghazvinei, Javan, & Saghafian, 2014; Coelho et al., 2016; Waspodo, Komariah, & Dewi, 2019).

Untuk memelihara fungsi jasa pengaturan tata air ekosistem hutan guna memenuhi kebutuhan masyarakat secara lestari, diperlukan pola pengelolaan sumber daya air bersama masyarakat di hulu DAS yang berfungsi sebagai wilayah imbuhan air DAS (Sallata, 2015). Pelibatan masyarakat ini terutama ditujukan untuk memastikan keberlanjutan kegiatan paska berhentinya sumber pendanaan dan bantuan teknis dari luar (Bagdi & Kurothe, 2014). Selama ini, pendekatan pengelolaan DAS bagian hulu lebih banyak terfokus pada kegiatan rehabilitasi dari segi fisik (penghijauan dan reboisasi, instalasi bangunan KTA) dan umumnya berbasis keproyekan dengan sedikit pelibatan masyarakat. Sementara itu, berbagai naskah akademis, publikasi ilmiah dan juga pernyataan para aktivis di berbagai belahan dunia, diyakini bahwa untuk

mewujudkan pengelolaan DAS yang berkelanjutan, partisipasi publik yang luas sangatlah penting (Perkins, 2011).

Tulisan ini didasarkan pada kegiatan penelitian tahun 2015-2017 yang dilakukan untuk meningkatkan efektifitas pengelolaan DAS bagian hulu dengan merubah pendekatan yang selama ini dilakukan, yaitu dari pendekatan rehabilitasi fisik secara *top down* ke pendekatan perubahan sikap dan persepsi masyarakat melalui kegiatan pengembangan manfaat jasa air yang dibangun secara partisipatif.

Penelitian yang dilaksanakan selama 3 tahun ini diarahkan untuk membangun model pengelolaan sumber daya air di hulu DAS yang efektif, efisien dan berkelanjutan, dan terpadu berbasis pemukiman yang diberi label PAM-BD (Pengelolaan Air Mandiri berbasis Desa) untuk kesejahteraan masyarakat. Penggunaan istilah desa di sini tidak selalu identik dengan wilayah administrasi melainkan wilayah pemukiman yang berada di hulu DAS; bisa satu desa, bisa lebih kecil dari satuan desa (lingkungan, kampung, atau dusun). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan model pengelolaan sumber daya air mandiri berbasis pemukiman di hulu DAS yang efektif dan efisien yang menjamin keseimbangan antara kebutuhan dan kelestarian penyediaan. Metode *Participatory Action Research* (PAR) digunakan sebagai pendekatan dalam pelaksanaan penelitian. Hasil dari penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk para pengambil kebijakan dan juga masyarakat hulu DAS dalam merancang

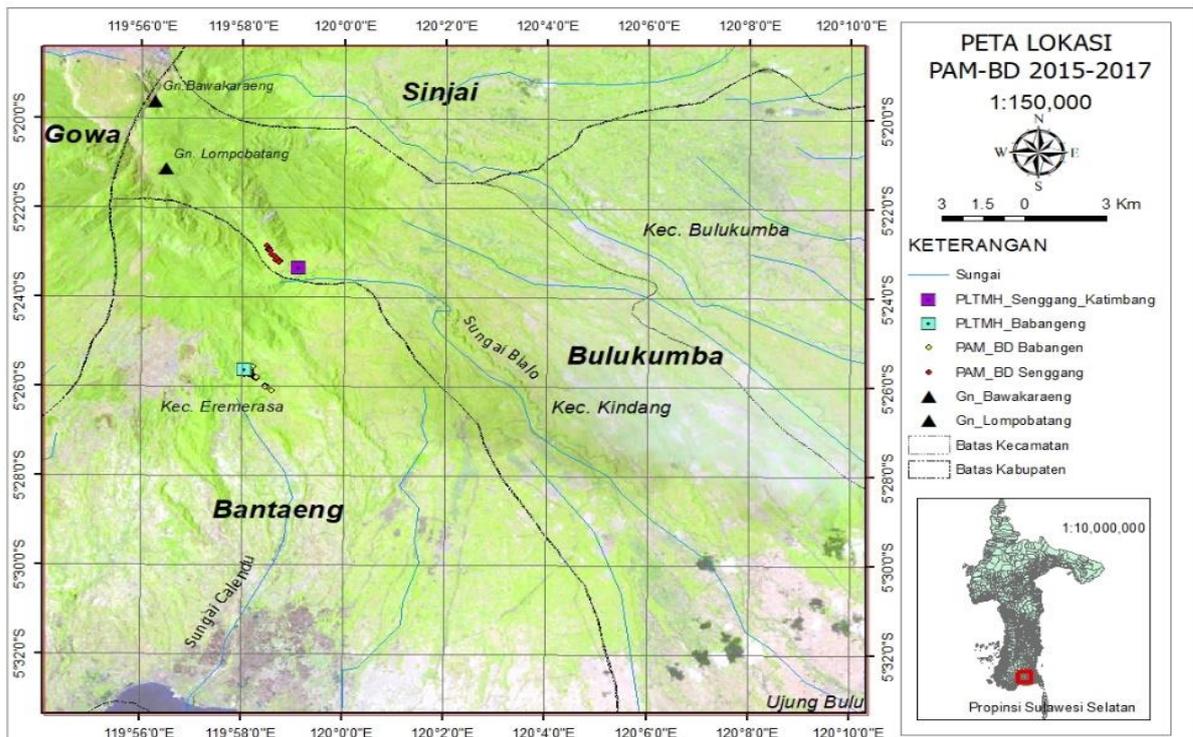
pengelolaan sumber daya air yang ada di sekitarnya untuk menjamin terpenuhinya kebutuhan sumber daya air secara lestari.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian PAM-BD berlangsung selama 3 tahun dari Januari tahun 2015 sampai dengan Desember tahun 2017 pada dua lokasi yaitu di Dusun Babangeng, Desa Pa'bumbungang, Kecamatan Eremerasa, Kabupaten Bantaeng dan di Dusun Senggangkatimbang, Kelurahan Borongrappoa, Kecamatan Kindang, Kabupaten Bulukumba, keduanya wilayah Provinsi Sulawesi Selatan. Dua lokasi yang dipilih berada di pinggir kawasan hutan yang

minim dengan fasilitas dasar termasuk listrik dan air minum. Di sisi lain, dua lokasi ini memiliki potensi sumber daya air yang cukup untuk dimanfaatkan. Secara geografis kampung Babangeng terletak di antara 119° 58' 0" – 119° 58' 30" Bujur Timur dan 5° 26' 0" – 5° 25' 30" Lintang Selatan dan Kampung Senggangkatimbang terletak di antara 119° 58' 28"- 119° 59' 0" Bujur Timur dan 5° 23' 30" – 5° 23' 45" Lintang Selatan. Peta lokasi kegiatan disajikan pada Gambar 1. Dalam sistem DAS, lokasi penelitian termasuk wilayah Hulu DAS Calendu dan DAS Bialo yang secara administratif termasuk wilayah kerja KPHL Jeneberang II, Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 1. Peta lokasi kegiatan PAM-BD 2015-2017 (Map of PAM-BD activities 2015-2017).

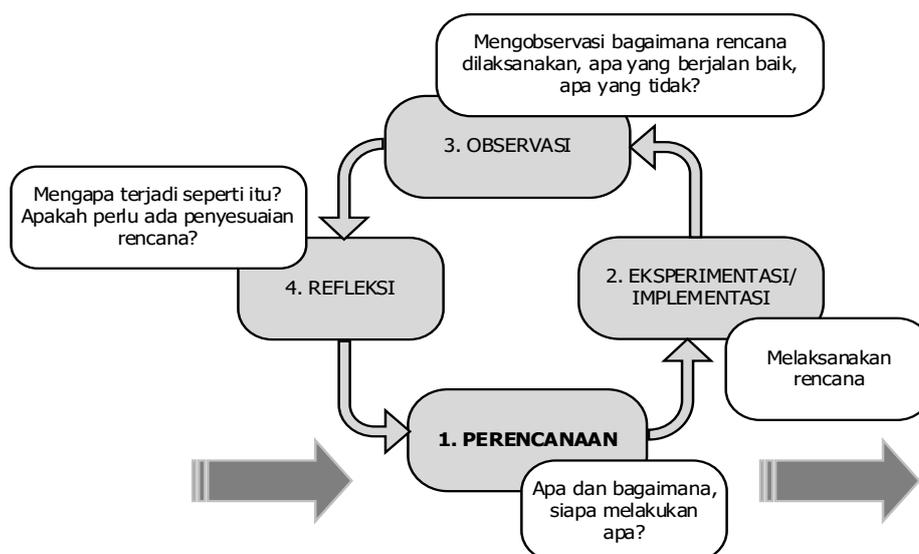
## B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan peralatan penelitian yang digunakan adalah Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), peta penutupan lahan, peta tanah, dan data iklim. Untuk mengukur curah hujan, pada kegiatan ini digunakan "ATHUS" (alat takar hujan sederhana rekayasa Balai Litbang LHK Makassar). Selain itu, bahan dan alat lain yang digunakan adalah unit PLTMH yang sudah ada di lokasi, komputer, kuesioner, peralatan tulis, GPS, meteran, abney level, dan kamera, serta bahan penunjang pembuatan persemaian sederhana jenis-jenis pohon pilihan masyarakat untuk penghijauan lahan kosong.

## C. Metode Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah metode *Participatory Action Research* (PAR). PAR adalah metode penelitian sosial yang mengutamakan pengkajian, membangun kesamaan paham (*mindset*), analisis untuk memahami keberadaan kondisi, pembelajaran dan aksi dengan pendampingan secara teratur

untuk memunculkan partisipasi aktif masyarakat (LBH Jakarta, 2013). PAR adalah kegiatan penelitian yang dilakukan bersama-sama orang lain guna menghasilkan pengetahuan dan interpretasi kritis yang dapat dimengerti dan dipahami semua yang terlibat, serta dapat ditindaklanjuti (Chatterton, Fuller, & Routledge, 2010). PAR menggunakan penalaran kolektif dan pembelajaran berbasis bukti yang difokuskan pada aktivitas sosial (Chevalier & Buckles, 2019). Secara sederhana, PAR didefinisikan sebagai cara bekerja sama untuk membuat sesuatu lebih baik (Crane, 2011). PAR dilakukan dalam 4 tahapan yang merupakan siklus berulang terdiri dari perencanaan, implementasi, observasi dan refleksi (Crane, 2011) seperti disampaikan dalam Gambar 2. Secara umum, Tiga pilar epistemologis utama PAR yaitu: koproduksi (keterlibatan orang biasa dalam semua aspek proses penelitian), hubungan kekuasaan non hierarki, dan praktik transformatif (Schubotz, 2019).



Gambar 2. Siklus PAR (PAR Cycle) (Crane, 2011)

Dalam penelitian aksi ini, peneliti BP2LHK Makassar bekerja dengan kelompok masyarakat dalam kesetaraan untuk membantu mendefinisikan masalah/ situasi yang terjadi, merencanakan tindakan, melaksanakan rencana, mengamati hasil dari tindakan dan merefleksikannya dengan kelompok. Siklus perencanaan, eksperimentasi/ implementasi, observasi dan refleksi dilakukan berulang dengan maksud untuk mengubah/ memperbaiki situasi ke arah yang ditentukan oleh yang terlibat (masyarakat). Peran peneliti dan LSM adalah membantu kelompok untuk mendokumentasikan dan merefleksikan hasil dan proses, dan untuk memastikan bahwa tahapan siklus diselesaikan dalam urutan yang sesuai.

Pengumpulan data sosekbud masyarakat dilakukan melalui dua pendekatan yaitu: 1) wawancara langsung dengan masyarakat, dan 2) FGD (*Focus Group Discussion*) dengan fasilitator dari *Balang Institute* (Lembaga Swadaya Masyarakat Lokal di Bantaeng). Analisis diskriptif digunakan dalam menggambarkan kondisi lokasi penelitian secara umum, utamanya ketersediaan dan kebutuhan air rumah tangga dan penggunaan air lainnya, serta data sosial kependudukan. Proses menggiatkan partisipasi dilakukan secara interaktif melibatkan peneliti sebagai fasilitator, LSM sebagai pendamping, dan masyarakat sebagai penerima manfaat yang secara aktif bersama-sama mengkaji, mengidentifikasi, menganalisis dan memahami selanjutnya mendiskusikan permasalahan yang berhubungan dengan

sumber daya lahan, sumber daya manusia dan bersama-sama mencari solusi masalah. Penentuan tata cara dan teknik yang akan digunakan, ditetapkan oleh masyarakat secara berkelompok (Agus et al., 1999).

Rancangan model/ pola pengelolaan sumber daya air secara mandiri berbasis desa- untuk memenuhi kebutuhan air baku rumah tangga, energi listrik, pengairan juga pengembangan ekonomi disajikan pada Gambar 3.

Dalam pelaksanaannya, dikembangkan penerapan teknologi konservasi air untuk meningkatkan infiltrasi dan pengisian kantong-kantong air di daerah cekungan serta mengurangi kehilangan potensi hara akibat aliran permukaan (Sallata & Nugroho, 2019; Subagyono, Haryati, & Tala'ohu, 2004).

Perhitungan kebutuhan air domestik yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan standar SNI 19-6728.1-2002.

$$Q(\text{DMI}) = 365 \text{ hari} \times \left\{ \frac{q(u)}{1000} \times P(u) + \frac{q(r)}{1000} \times P(r) \right\} \dots(1)$$

Keterangan (*Remarks*) :

Q(DMI) = kebutuhan air untuk kebutuhan domestik (m<sup>3</sup>/tahun)

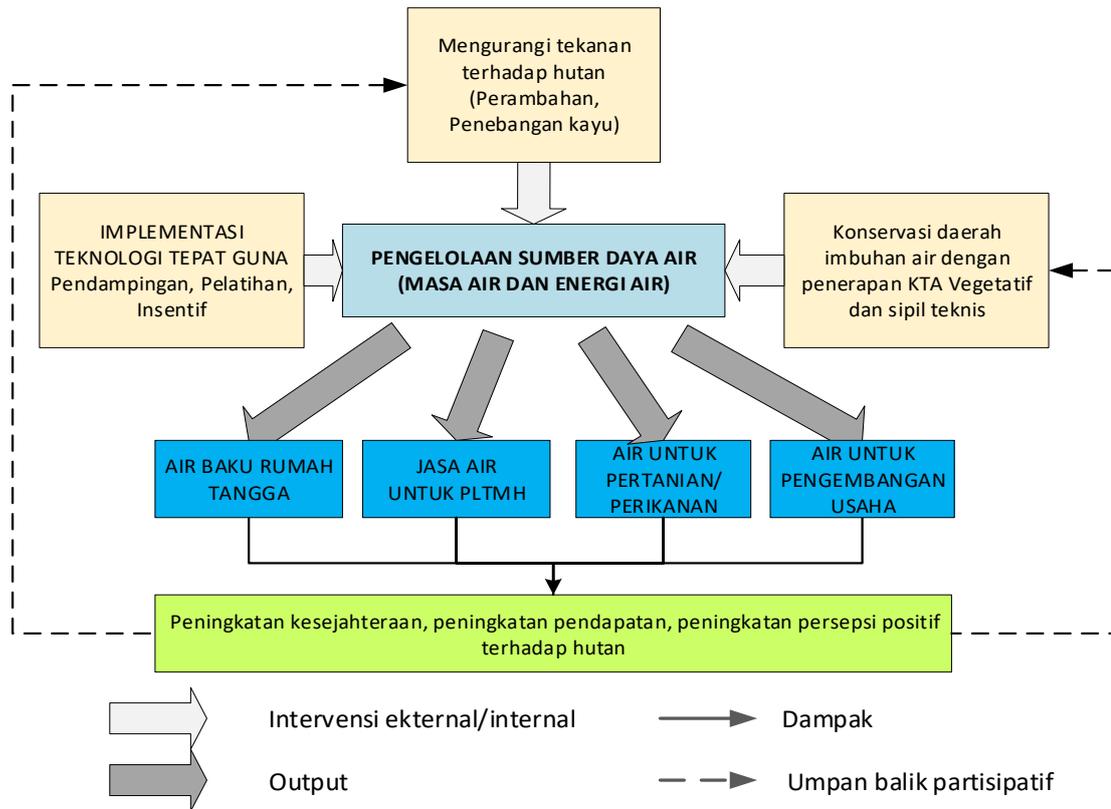
q(u) = konsumsi air pada daerah perkotaan (liter/kapita/hari)

q(r) = konsumsi air daerah pedesaan (liter/kapita/hari)

P(u) = jumlah penduduk kota

P(r) = jumlah penduduk pedesaan

Dari besarnya kebutuhan tersebut, selanjutnya dapat dihitung kebutuhan air penduduk desa maupun kota pertahunnya (liter/tahun) dengan mengalikan kebutuhan air per hari dengan jumlah hari dalam satu tahun (BSN, 2002).



Gambar (Figure) 3. Konsep Dasar Model Pengelolaan Sumber daya Air secara Mandiri Berbasis Pemukiman (Basic Concepts of Residential-Based Independent Water Resources Management Model) (Sallata & Nugroho, 2016).

#### D. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

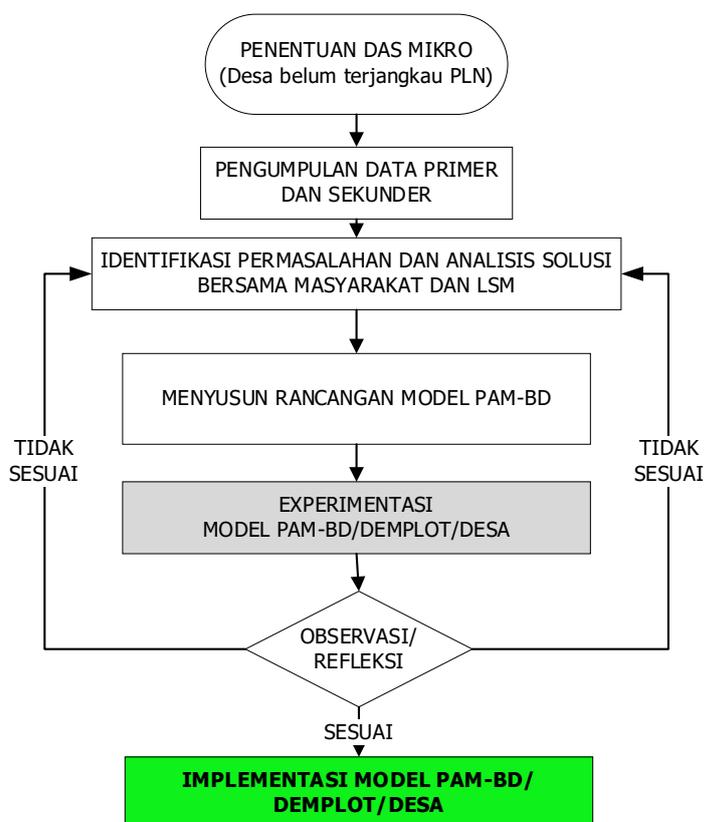
Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian aksi partisipatif/*Participatory Action Research* (PAR) dengan mengadopsi prinsip-prinsip PAR ke dalam tindakan nyata pengelolaan sumber daya air secara partisipatif. Dalam setiap tahapan, semua yang terlibat melakukan pengawasan untuk memastikan skenario yang dibangun dapat terlaksana dengan baik.

Observasi dilakukan terhadap rancangan model yang dihasilkan untuk memastikan bahwa proses pelaksanaan kegiatan dan hasil yang dicapai sesuai dengan visi yang direncanakan melalui pengamatan setiap proses yang terjadi dan mendiskusikannya bersama-sama antara peneliti, LSM dan masyarakat. Keputusan perlu tidaknya penyesuaian terhadap rancangan diambil secara kolektif. Prosedur pelaksanaan penelitian secara ringkas seperti skema pada Gambar 4.

Tabel (Table) 1. Standar kebutuhan air rumah tangga berdasarkan jenis kota dan jumlah penduduk (Standard household water needs based on city type and number of population)

Jumlah Penduduk (Number of population)	Jenis Kota (Residential type)	Jumlah Kebutuhan Air (Water consumption) (ltr/org/hari)
> 2 juta	Metropolitan	>210
1 juta – 2 juta	Metropolitan	150 - 210
500.000 – 1 juta	Besar	120-150
100.000 – 500.000	Sedang	100 - 120
20.000 – 100.000	Kecil	90 -100
3.000 – 20.000	Desa	60-100

Sumber (Source): SNI 19-6728.1-2002 (BSN, 2002).



Gambar (Figure) 4. Prosedur pelaksanaan kegiatan pengembangan (Procedure for implementing development activities)

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kependudukan dan potensi sumber daya lokasi kegiatan

Data dan informasi potensi sumber daya alam Kampung Senggang dan Kampung Babangeng yang diperoleh dari

wawancara dan FGD (Focus Group Discussion) dicantumkan pada Tabel 2.

#### B. Permasalahan umum

Berdasarkan wawancara dan FGD, diperoleh data permasalahan yang dihadapi secara bersama oleh penduduk setempat seperti pada Tabel 3.

Tabel (Table) 2. Data dan informasi hasil FGD (*Data and information from FGD results*)

No.	Aspek (Aspect)	Lokasi (Location)		Keterangan (Notes)
		Senggang	Babangeng	
1	Jumlah Penduduk ( <i>the number of resident</i> )	9 KK/36 jiwa	13 KK/48 jiwa	KK= kepala keluarga
2	Ketinggian tempat dari permukaan laut ( <i>Altitude from sea level (asl)</i> )	1100 – 1500 meter	1000 – 1400 meter	Kondisi cuaca sejuk/dingin
3	Mata Pencaharian ( <i>livelihood</i> )	Petani ladang	Petani ladang	Sistem perladangan tradisional
4	Penguasaan lahan ( <i>land tenure</i> )	3 – 9,5 ha/KK	2 – 7 ha/KK	Kepemilikan berdasarkan warisan orang tua
5	Jenis tanaman dominan ( <i>dominant commodity</i> )	Tanaman Kopi	Tanaman Kopi	Sistem Tebas dan bakar ( <i>slash and burn</i> )
6	Pendidikan ( <i>education</i> )	SD dan SMP	SD dan SMP	Paling tinggi tamat SMP lebih banyak SD
7	Hasil Panen kopi ( <i>coffee harvests</i> )	10 – 50 karung/ KK/tahun	1000 s/d 1500 Kaleng/KK/tahun	1 karung = 70 kg 1 kaleng = 20 liter
8	Ternak peliharaan ( <i>domestic livestock</i> )	10 – 14 ekor kambing/ kk	5 – 10 ekor kambing; 1-4 kuda Dan sapi 4 – 20 ekor/KK	Kambing dipelihara di bawah kolong rumah; kuda digembalakan tetapi sapi dilepas ke hutan
9	Pemanfaatan sumber air ( <i>utilization of water sources</i> )	Masing-masing rumah menguasai satu sumber air	Masing-masing rumah menguasai satu sumber air	Cara mengalirkan air ke rumah dengan menggunakan belahan bambu atau selang plastik tergantung kesanggupan keluarga
10	Fasilitas umum ( <i>public facilities</i> )	Satu buah Masjid	Satu buah masjid, Satu SD (kelas jauh dari SDN Bonto Jonga terdekat)	Guru di Babangeng sering tidak datang karena keterbatasan akses
11	Akses Transportasi ( <i>access to transportation</i> )	Jalan Kaki, sekitar 1,5 km	Sekitar 3,0 km jalan terjangkau kendaraan bermotor roda dua/empat hanya musim kemarau karena masih tanah	Akses kendaraan masih sulit sehingga nilai jual/ harga hasil ladang murah
12	Sumber air yang teridentifikasi debit cukup ( <i>water sources identified as having sufficient discharge</i> )	Tiga buah mata air: gompang, cikoang, dan guguari	Empat buah mata air: Pa'jukukang, Pappeppekang, Biring kampung, Biring romang	Masih terdapat banyak sumber air yang debitnya kecil-kecil di bawah 1 liter/detik

Sumber (Source): Analisis data (*Data analysis*)

Tabel (Table) 3. Permasalahan yang dihadapi masyarakat (*Problems and challenges faced by the community*)

No.	Permasalahan ( <i>Problems</i> )	Lokasi ( <i>Location</i> )		Keterangan ( <i>Notes</i> )
		Senggang	Babangeng	
1	Infrastruktur jalan mencapai Kampung ( <i>the road infrastructure to the village</i> )	Hanya ada jalan setapak untuk berjalan kaki	Sudah ada rintisan jalan kendaraan roda 4 namun masih tanah berbatu-batu	Dari kampung terdekat
2	Jaringan air bersih yang standar untuk kebutuhan masyarakat ( <i>standard clean water network for community needs</i> )	Belum ada	Belum ada	Kebutuhan air rumah tangga dipenuhi dari selang-selang pribadi dari mata air yang tidak kontinyu. Di sisi lain, kebutuhan air sangat banyak tidak hanya untuk rumah tangga melainkan juga untuk pemisahan kulit kopi ( <i>pulping</i> , "pecco" bahasa daerah)
3	Jaringan listrik PLN ( <i>state electricity</i> )	Belum ada	Belum ada	Beberapa rumah menggunakan generator dengan konsumsi bahan bakar 0,5 liter/jam. Dengan waktu nyala umumnya 4 jam dari jam 6 sd 10 malam
4	Lahan terbuka/kritis ( <i>bare/critical land</i> )	Tambah luas	Tambah luas	Lahan kurang produktif ditinggal, buka lahan baru karena pemahaman budidaya tanaman masih terbatas
5	Kelembagaan masyarakat ( <i>community institutions</i> )	Tidak berjalan	Tidak berjalan	Kelompok sudah ada tapi tidak ada pendampingan
6	Potensi Pupuk organik dari kotoran ternak ( <i>potential of organic fertilizers from livestock manure</i> )	Belum ada pengomposan	Belum ada pengomposan	Pengandangan ternak sapi belum ada, kotoran kambing menumpuk,

Sumber (*source*): Analisis data primer (*Primary data analysis*)

### C. Visi Bersama

Dalam proses FGD yang dilaksanakan beberapa kali, diperoleh kesepakatan awal sebagai visi bersama masing-masing kampung (Tabel 4). Membangun visi diperlukan sebagai upaya membangun kepercayaan (*trust building*) antar masyarakat dan antara masyarakat dengan pihak luar (Indrawati, Awang, W Faida, & Maryudi, 2016), dalam hal ini peneliti BP2LHK Makassar dan pendamping dari LSM Balang Institute. Masyarakat diajak untuk merumuskan cita-cita dan menetapkan harapannya khususnya untuk peningkatan kesejahteraan mereka secara mandiri dengan kesepakatan masing-

masing kampung dan semua kegiatan dibangun secara gotong royong kecuali kegiatan yang membutuhkan tenaga ahli khusus (Muktiali, 2018).

Proses menggiatkan partisipatif harus dilaksanakan sesuai kondisi lokal dan spesifik dalam rinciannya. Di samping itu, proses menggalang partisipasi harus melibatkan semua anggota masyarakat yang peduli dengan hasil atau keputusan yang akan diambil termasuk mempertimbangkan implikasi politik dan ekologi jangka panjang; yurisdiksi, tata waktu dan ketidakpastian hasil yang akan dicapai (Perkins, 2011).

Tabel (Table) 4. Solusi permasalahan berbasis visi masyarakat (*Problem solutions based on community vision*)

No.	Visi Solusi ( <i>Solution vision</i> )	Lokasi ( <i>Location</i> )		Keterangan ( <i>Notes</i> )
		Senggang	Babangeng	
1	Terbangunnya akses air bersih yang mengalir secara teratur ( <i>continuous access to clean water</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terbangun jaringan air bersih dari sumber air "Gompa" dengan debit rata-rata 1,16 l/det.</li> <li>- Terbangun bak pengumpul kapasitas 31,8 liter di hulu, dengan pipa <math>\Phi</math> 2 inci sepanjang 535 m ke bak penenang kapasitas 2,5 m<sup>3</sup>.</li> <li>- Jumlah air 100,2 m<sup>3</sup>/hari tiba ke kampung masyarakat melebihi kebutuhan dasar penduduk 2.160 liter/hari.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terbangun jaringan air bersih dari sumber air "Pa'jukukang" dengan debit rata-rata 0,8 liter/detik.</li> <li>- Terbangun bak pengumpul di mata air kapasitas 0,5 m<sup>3</sup>. Dengan pipa <math>\Phi</math> 2", panjang 435 disambungkan ke bak penenang dengan kapasitas 2,5 m<sup>3</sup>.</li> <li>- Jumlah air yang dialirkan sebesar 69,1 m<sup>3</sup>/hari, melebihi kebutuhan dasar penduduk 2,9 m<sup>3</sup>/hari.</li> </ul>	Komponen instalasi jaringan air bersih yang disepakati terdiri dari bak pengumpul dan saringan pada sumber air ( <i>Intake</i> ). Bak penenang dibuat dengan kapasitas 2,5 m <sup>3</sup> terbagi tiga bagian. Pada bagian tengah (0.5 m) dipasang bulu ijuk sebagai penyaring. Pipa distribusi ke konsumen menggunakan pipa $\Phi$ 1,0 dan $\Phi$ 0,5 inci. Setiap rumah memakai stop keran untuk mengatur aliran air.
2	Terbangunnya jaringan listrik tenaga air ( <i>The construction of microhydro power</i> )	Terbangun PLTMH kapasitas 10 Kilowatt menggunakan sumber air "gompa"	Terbangun PLTMH kapasitas 5 Kilowatt dari sumber air sungai "Pappepekang"	Mesin turbin dan peralatan/bahan yang tidak tersedia di lokasi disediakan oleh BP2LHK makassar, sedangkan tenaga kerja dan bahan yang tersedia di lokasi menjadi bentuk kontribusi masyarakat.
3	Terbangunnya kelompok masyarakat pembelajar untuk mengakses pengetahuan dan informasi ( <i>establishment of a learning community group to access knowledge and information</i> )	Terbentuk kelompok Tani Turbin "Assamaturu"	Terbentuk kelompok tani turbin "sipakatau"	Dibentuk sukarela oleh masyarakat dengan pendampingan peneliti dan LSM lengkap sampai pengurusnya

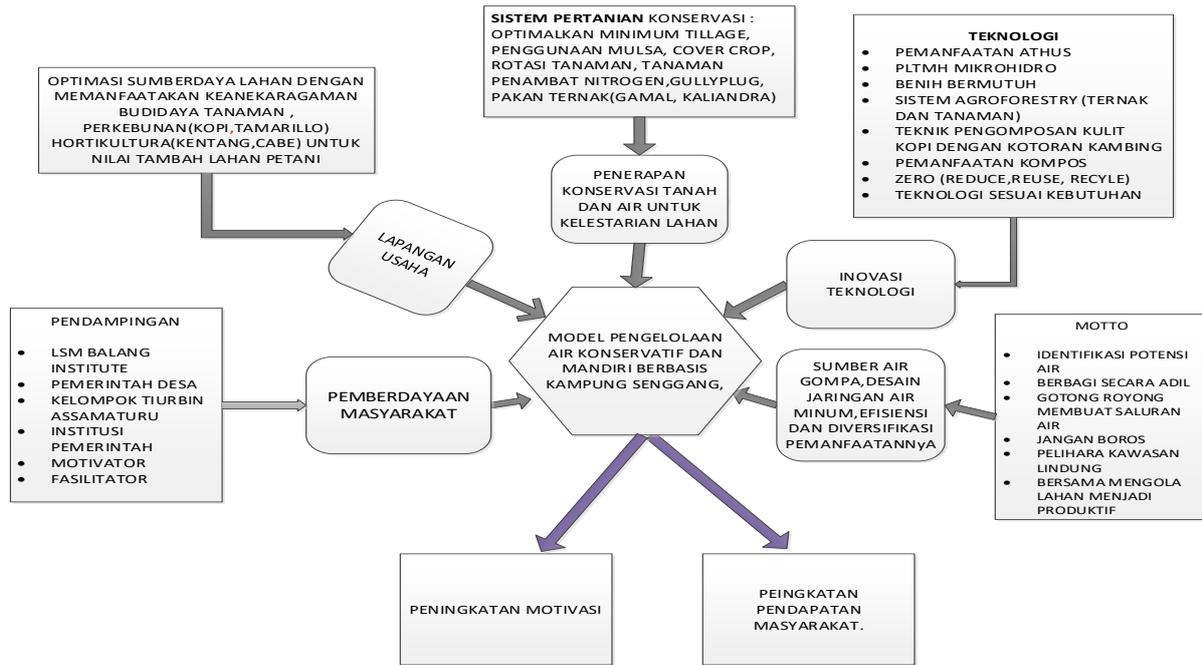
No.	Visi Solusi ( <i>Solution vision</i> )	Lokasi ( <i>Location</i> )		Keterangan ( <i>Notes</i> )
		Senggang	Babangeng	
4	Adanya teknologi untuk mendukung mewujudkan kampung organik ( <i>The existence of technology to support the realization of an organic village</i> )	Terwujud teknik pengomposan kulit kopi campur kotoran kambing dengan EM4 ( <i>Effectiveness Microorganism 4</i> )	Terwujud teknik pengomposan kulit kopi campur gulma rerumputan dan kotoran kambing/kuda dengan tambahan EM4	Mesin kompos dan alat/bahan yang tidak tersedia di lokasi disediakan oleh BP2LHK Makassar, sedangkan tenaga kerja dan bahan yang tersedia di lokasi menjadi bentuk kontribusi masyarakat.
5	Terbangunnya kebun dengan penerapan konservasi tanah dan air menggunakan jenis tanaman rumput ( <i>establishment of garden soil and water conservation systems using grasses</i> )	Terbangun kebun dengan tanaman rumput gajah sebagai batas petak	Terbangun kebun dengan tanaman rumput gajah sebagai batas petak	Masing-masing keluarga menanam pakan ternak baik jenis rumput maupun jenis petai
6	Berkeinginan mengembangkan tanaman bernilai ekonomi khusus ( <i>desiring to develop crops of special economic value</i> )	Terbangun petak tanaman tamarillo/ terung belanda di masing-masing keluarga	semua keluarga telah membangun kebun ganyong ( <i>Canna edulis</i> KERR) rata-rata 0,25 ha-0,5ha/KK	Jenis Tanaman untuk menambah penghasilan rumah tangga
7	Pendampingan ( <i>mentoring</i> )	Semua kegiatan	Semua kegiatan	Dilakukan oleh LSM Balang Institute yang berkantor di Kabupaten Bantaeng bersama Peneliti dan teknisi BP2 LHK Makassar

Sumber (*source*): Analisis data primer (*Primary data analysis*)

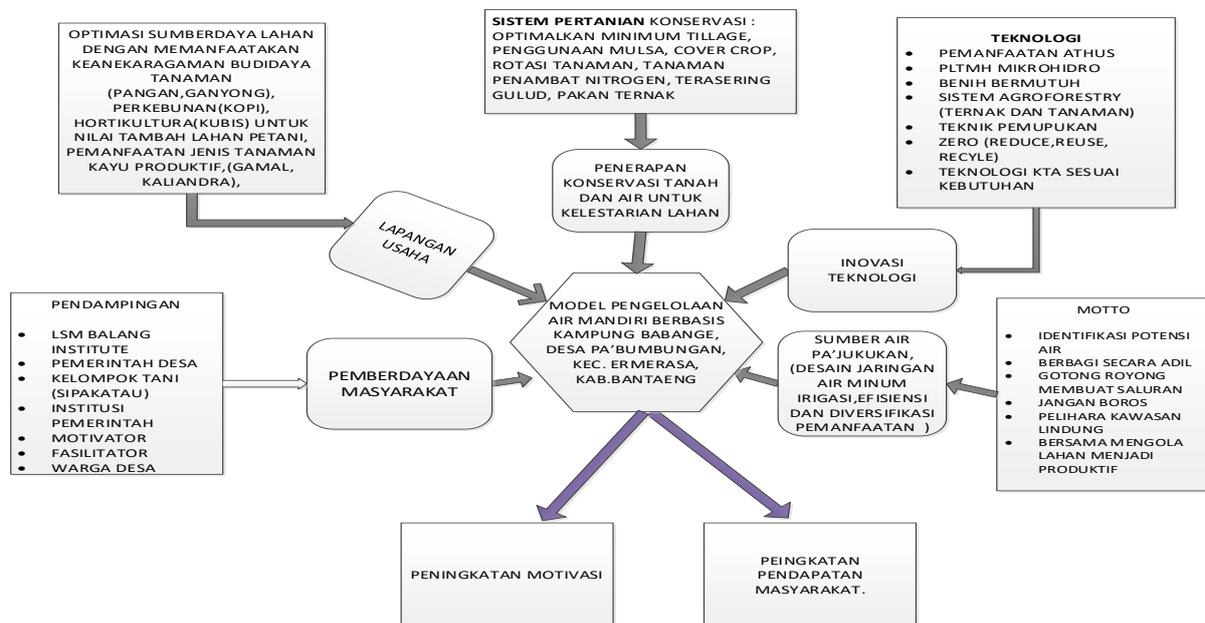
#### D. Model PAM-BD

Rancangan model pengelolaan sumber daya air di Kampung Senggang dan Kampung Babangeng diperoleh dari analisis data yang terkumpul, dinamika diskusi menyangkut karakterisasi kondisi lokasi, kondisi sosial dan kebutuhan penduduk, ketersediaan dana, maupun pencapaian tujuan penelitian disajikan pada Gambar 5 dan 6. Kedua rancangan

tersebut secara umum menggunakan pendekatan yang sama hanya berbeda pada komodisi, dan karakteristik biofisik serta social kelembagannya. Hasil rancangan kemudian diuji coba dengan metode pelaksanaan sesuai yang disepakati bersama dengan pendampingan dari peneliti BP2LHK Makassar dan LSM Balang Institut.



Gambar (Figure) 5. Rancangan model pengembangan SD Air Kampung Senggang, Kecamatan Borongrappoa, Kabupaten Bulukumba (Design of Water Resources Development Model in Senggang SubVillage, Borongrappoa District, Bulukumba Regency)



Gambar (Figure) 6. Skenario rancangan model pengelolaan sumberdaya air Kampung Babangeng, Desa Pa'bumbungan, Kecamatan Eremerasa, Kab. Bantaeng (Design of water resources management model in Babangeng Subvillage, Pa'bumbungan Village, Eremerasa District, Bantaeng Regency)

Untuk mengetahui kepuasan masyarakat setelah beberapa rancangan pengelolaan SD air sebagai solusi permasalahan di dua kampung

dilaksanakan, dilakukan observasi dan refleksi melalui wawancara dan FGD dan hasilnya seperti pada Tabel 5.

Tabel (Table) 5. Hasil observasi pelaksanaan model dan tingkat kepuasan masyarakat Kampung Senggang dan Babangeng (*The results of observations of the application of the model and the level of satisfaction of the people of Kampung Senggang and Babangeng*)

Aspek (Aspect)	Sebelum (Before)	Sesudah (After)
Sumber air/ <i>Water Sources</i>	Setiap rumah mendapatkan air dari mata air terdekat	memanfaatkan sumber air bersama (satu sumber) untuk semua rumah yaitu sumber air Gompa dengan debit 1,16 liter/detik di kampung Senggang dan sumber air Pa'jukukang dengan debit 0,08 liter/detik di kampung Babangeng
Kondisi intake di sumber air/ <i>Condition of water intake at water sources</i>	tanpa ada wadah /bak pengumpul air	Terdapat bak penampung dengan volume tampung ± 0,5 m <sup>3</sup> yang dilengkapi dengan saringan air di masing-masing tempat
Saluran pengaliran air/ <i>Water drainage channels</i>	Memakai belahan bambu dan slang plastik tembus sinar memudahkan lumut cepat tumbuh dan menghambat aliran air	Menggunakan pipa paralon dengan diameter 2 inci, 1 inci dan 0,5 inci sampai terbagi ke semua rumah dan ujung pipa digunakan stop keran untuk mengatur pemanfaatan air
Fasilitas bak penampung, penjernih dan pembagi air/ <i>The water reservoir, purifier and distribution facilities</i>	Tidak ada	Memakai bak penampung air bervolume 2,5 m <sup>3</sup> , dan saringan bulu ijuk di bagian tengah bak (1 x 1 x 0,5 m).
Pengaliran air/ <i>Water drainage</i>	mengalir terus	Pengaturan aliran sesuai keperluan karena dilengkapi stop keran untuk buka-tutup
Kendala pengaliran air/ <i>Water drainage constraints</i>	Saluran air selalu rusak/ tersumbat lumut	Aliran air lancar
Tingkat kepuasan/ <i>Level of satisfaction</i>	Kategori Sedang	Kategori sangat tinggi
Tingkat kekuatiran/ <i>Level of worry</i>	Selalu khawatir air tidak mengalir karena gangguan	Kekhawatiran hilang karena selama ini mengalir terus
Tingkat Persepsi/ <i>Level of perception</i>	Sedang	Sangat tinggi
Tingkat pemanfaatan/ <i>level of utilization</i>	Secukupnya	Sepuasnya
Harapan/ <i>expectations</i>	Tidak ada karena selalu waspada rusak	Semoga tidak ada gangguan dan dapat digunakan sesuai keinginan
Rencana pemanfaatan air selain air minum/ <i>Water utilization plan other than drinking water</i>	Tidak ada rencana	Untuk pemeliharaan ternak, tanaman hias dan sayuran di pekarangan rumah
Kesan/ <i>Impression</i>	Kerusakan saluran selalu terjadi	Air tersedia dengan cukup karena adanya kerjasama yang baik dengan peneliti, LSM dan sesama anggota masyarakat
Visi/ <i>vision</i>	Tidak kembali lagi seperti kondisi sebelumnya	Menjaga dan mengelola jaringan air yang terpasang secara bersama
Tingkat Motivasi/ <i>level of motivation</i>	Kurang	Niat bekerjasama sangat tinggi
Kualitas air bersih/ <i>water quality</i>	tidak teruji	Telah teruji dengan standar Air minum sesuai Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 dan sangat layak diminum
Tingkat Kepercayaan diri terhadap sumber air/ <i>level of Confidence in water sources</i>	Tingkat Rendah	Tingkat Sangat tinggi
Tingkat Kepercayaan terhadap fasilitator dan Pendamping/ <i>Level of Trust in Facilitator and Companion</i>	Tingkat Tinggi	Tingkat Sangat tinggi

Dari proses penelitian aksi partisipatif yang dilalui selama hampir 3 tahun, dapat dilihat perubahan yang nyata pada dua kelompok masyarakat baik di kampung Babangeng maupun Kampung Senggang. Kebutuhan air sehari-hari yang pada awalnya tidak bisa terpenuhi dalam jumlah dan kualitas yang cukup, kini bisa tersedia sepanjang waktu bahkan melebihi kebutuhan domestik sehingga bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan lainnya seperti pertanian, perikanan, dan pengolahan produk pertanian (kopi). Selain dari sisi pemenuhan kebutuhan air, pemahaman masyarakat tentang sumber daya air menjadi meningkat. Masyarakat mampu menghitung dan mengidentifikasi potensi mata air untuk memenuhi sejumlah kebutuhan mereka pada jumlah dan kualitas yang mencukupi, serta mampu untuk membangun instalasi pemanfaatan air yang bisa menjamin ketersediaan air dalam jumlah dan kualitas memadai. Hal penting lainnya adalah masyarakat menjadi terbiasa untuk memberikan kontribusi pemikiran maupun tenaga dan bahan material dalam pekerjaan bersama untuk kepentingan bersama.

Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian di tempat lain yaitu bahwa manfaat utama dari partisipasi masyarakat terhadap pembangunan pedesaan adalah pada tahap perencanaan dan selama pelaksanaan pembangunan, masyarakat dapat berkontribusi dengan menyumbangkan pemikiran, tenaga, material, pengetahuan sosial-budaya, lingkungan, ekonomi dan teknis yang berharga untuk memastikan konsistensi

antara tujuan pembangunan dan tata nilai yang dimiliki dan keinginan kolektif/visi mereka (Bagdi & Kurothe, 2014).

Selesainya pembangunan jaringan air bersih model partisipatif di kampung Babangeng dan kampung Senggang, telah menaikkan motivasi masyarakat dalam melaksanakan visi-visi lain yang telah disepakati melalui FGD kelompok. Meskipun anggaran kegiatan yang berasal dari dana penelitian (BP2LHK Makassar dan LSM) secara formal telah selesai pada tahun pertama yaitu tahun 2015 di Babangeng dan tahun 2016 di Senggang, namun pendampingan yang konsisten dari peneliti dan LSM telah memacu semangat masyarakat tetap tinggi dalam mengelola kegiatan bersama guna mencapai visi yang disepakati. Tingkat kepercayaan kepada pihak luar khususnya peneliti dan pendamping sangat tinggi. Mereka percaya perlunya pihak luar untuk mendampingi dan membantu mereka melakukan pengawasan terhadap kegiatan bersama yang dilakukan. Ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan di Thailand tentang nilai penting keterlibatan pihak luar untuk penguatan masyarakat menghadapi perubahan kondisi sosial-ekonomi yang drastis (Kumsap & Indanon, 2016).

Pada level kepercayaan masyarakat yang tinggi, program-program ikutan yang dimasukkan ke masyarakat akan lebih mudah diterima dan masyarakat lebih siap untuk mensukseskan, mengelola serta menjaga semua fasilitas yang terbangun (Sallata, 2015; Sallata & Nugroho, 2016). Mereka telah merasakan manfaat langsung dari hasil kerja sama yaitu

meningkatnya rasa percaya diri dalam mengelola kegiatan secara kolektif. Bagdi and Kurothe (2014) menyatakan bahwa keterlibatan masyarakat lokal dalam pengambilan keputusan akan menghasilkan komitmen untuk pelaksanaan program; meningkatkan rasa percaya diri akan kemampuan mereka untuk mengambil tanggung jawab dan menunjukkan kompetensi dalam memecahkan masalah mereka sendiri.

Meningkatnya keyakinan masyarakat tentang kekuatan kebersamaan, dan meningkatnya kepercayaan terhadap proses fasilitasi dan pendampingan yang dilakukan oleh peneliti dan LSM, telah membuat proses menggiatkan masyarakat dalam pengelolaan hutan dan lahan menjadi mudah. Masyarakat dapat diarahkan untuk menerapkan teknik KTA dalam mengelola lahan kebunnya dan menanam pohon jenis yang sesuai dengan kondisi fisik lahan dan dikehendakinya untuk memperbaiki penutupan hutan di daerah tangkapan air. Dalam rancangan konservasi tanah dan air partisipatif, peran kelembagaan dan kearifan lokal menjadi factor penting yang dikembangkan. Dari penelitian ini terbukti bahwa pendekatan PAR dalam pelaksanaan program yang melibatkan masyarakat memungkinkan program bisa bertahan bahkan setelah dukungan keuangan dan teknis dari luar ditarik (Bagdi & Kurothe, 2014).

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Pengelolaan sumberdaya air secara kolektif telah mampu meningkatkan suplai air untuk kebutuhan masyarakat dengan lebih efisien dan kontinyu. Dengan adanya jaringan air bersih terpusat yang sampai kepada masing-masing rumah, pemenuhan kebutuhan air lebih efektif dan lebih efisien karena hanya menggunakan satu sumber air (Pa'jukkukang) dan (gompa) sehingga aliran air dapat diatur sesuai keperluan.

Dari proses pelaksanaan kegiatan selama 3 tahun, terlihat bahwa pendekatan PAR dengan pendampingan telah berdampak pada meningkatnya kemampuan masyarakat dan rasa percaya diri atas kemampuannya serta meningkatkan motivasi mereka untuk mengelola sumber daya alamnya secara bersama dengan lebih baik. Proses PAR juga menyebabkan meningkatnya persepsi dan kepercayaan mereka terhadap kerjasama di antara mereka dan pendampingan pihak luar sehingga program-program lain lebih mudah diterima dan masuk ke masyarakat.

### B. Saran

Untuk memelihara tingkat motivasi dan persepsi masyarakat Babangeng dan Senggang yang tinggi tersebut perlu diarahkan kepada kegiatan yang mengarah

membangun lingkungan hidup yang konservatif sebagai landasan dari harapan (visi) mereka sendiri. Kelembagaan dan pendamping masih perlu diaktifkan sampai ke tingkat munculnya rasa memiliki dan selanjutnya muncul ide kreatif untuk mengkonservasi sumber daya alam yang ada di sekitarnya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada masyarakat Babangeng (*kelompok tani sipakatau*) dan masyarakat Senggang (*kelompok tani assamaturu*) atas kerjasama dan partisipasinya dalam pelaksanaan kegiatan. Terima kasih yang sama disampaikan kepada LSM Balang Institute sebagai pendamping Tim kerja Mikrohidro BP2LHK Makassar. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada PEMDA Kabupaten Bantaeng dan Kabupaten Bulukumba, khususnya Dinas Kehutanan, Pemerintah Kecamatan dan Kelurahan masing-masing lokasi yang telah banyak mendukung penyelenggaraan kegiatan. Terakhir disampaikan terimakasih dan apresiasi kepada Tim kerja Pengembangan Pengelolaan Air Mandiri Berbasis Desa (PAM-BD) BP2LHK Makassar khususnya teman-teman teknisi litkayasa (Muh. Saad dan Ade Suryaman).

#### KONTRIBUSI PENULIS

MKS: kontributor utama, konsepsualisasi penelitian dan penulisan rencana penelitian, koordinator dan pelaksana penelitian, analisis hasil dan interpretasi hasil, penulisan naskah; HYSHN: kontributor utama, konsepsualisasi penelitian dan penulisan rencana penelitian, pelaksana

penelitian, analisis dan interpretasi hasil, penulisan naskah.

#### KONFLIK KEPENTINGAN

Dengan ini para penulis menyatakan bahwa penulis tidak memiliki hubungan keuangan atau pribadi yang mungkin secara tidak wajar mempengaruhi penulis dalam menulis artikel ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., Abdurachman, A., Rachman, A., Tala'ohu, S. H., Dariah, A., Prawiradiputra, B. R., . . . Wiganda, S. (1999). *Teknik Konservasi Tanah dan Air*. Paper presented at the Sekretariat Tim Pengendali Bantuan Penghijauan dan Reboisasi Pusat, Bogor.
- Amini, A., Ghazvinei, P. T., Javan, M., & Saghafian, B. (2014). Evaluating the impacts of watershed management on runoff storage and peak flow in Gav-Darreh watershed, Kurdistan, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(8), 3271-3279. doi:10.1007/s12517-013-0950-1
- Asdak, C. (2014). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: UGM Press.
- Bagdi, G. L., & Kurothe, R. S. (2014). People's participation in watershed management programmes: Evaluation study of Vidarbha region of Maharashtra in India. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(3), 57-66. doi:https://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30023-X
- BSN. (2002). *Penyusunan neraca sumber daya – Bagian 1: Sumber daya air spasial Standar Nasional Indonesia* (Vol. SNI 19-6728.1-2002). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Chatterton, P., Fuller, D., & Routledge, P. (2010). Chapter 24: Relating Action to Activism: Theoretical and Methodological Reflections. In S.

- Kindon, R. Pain, & M. Kesby (Eds.), *Participatory Action Research Approaches and Methods: onnecting People, Participation and Place*. London: Routledge.
- Chevalier, J. M., & Buckles, D. J. (2019). *Participatory Action Research: Theory and Methods for Engaged Inquiry* (Vol. Second Edition). New York: Routledge.
- Coelho, J. A. P. a. d. M., Gouveiab, V. V., Souzac, G. H. S. d., Milfontd, T. L., & Barrosa, B. N. R. (2016). Emotions toward water consumption: Conservation and wastage. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 48(2), 117-126. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.rlp.2015.09.006
- Crane, P. (2011). *Participatory Action Research Workbook, A workbook designed to support the recording key elements of a Participatory Action Research process*. Queensland: Social Work and Human Services Program, Faculty of Health, Queensland University of Technology.
- Indrawati, D. R., Awang, San Afri, W Faida, Lies Rahayu, & Maryudi, A. M. (2016). Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengelolaan DAS Mikro: Konsep Dan Implementasi. 2016, 6(2),13. doi:10.22146/kawistara.15583
- Kumsap, K., & Indanon, R. (2016). Integration of community forest management and development activities: Lessons learned from Ubon Ratchathani province. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 37(3), 132-137. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.kjss.2016.08.002
- Kusratmoko, E., Dayanti, S. T., & Supriatna. (2017). The critical land in Komerling watershed as a result of land use changes from 2000-2016 period. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 54, 012020. doi:10.1088/1755-1315/54/1/012020
- LBH Jakarta (2013). Participatory Action Research (PAR). 25 Oktober 2013. Retrieved from https://www.Bantuanhukum.or.id/web/participatory-action-research-par/#
- Muktiali, M. (2018). *Pemberdayaan/Partisipasi Masyarakat Dalam Restorasi Sungai Di Das Hulu Bengawan Solo Kabupaten Wonogiri*. Paper presented at the Seminar Nasional Geografi UMS IX 2018, Restorasi Sungai: Tantangan Dan Solusi Pembangunan Berkelanjutan.
- Perkins, P. E. (2011). Public participation in watershed management: International practices for inclusiveness. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 36(5), 204-212. doi:https://doi.org/10.1016/j.pce.2010.02.004
- Putra, D. A., Utama, S. P., & Mersyah, R. (2019). Pengelolaan Sumber Daya Alam Berbasis Masyarakat Dalam Upaya Konservasi Daerah Aliran Sungai Lubuk Langkap Desa Suka Maju Kecamatan Air Nipis Kabupaten Bengkulu Selatan. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 8(2), 77-86. doi:https://doi.org/10.31186/naturalis.8.2.9211
- Rahman, L. M., Nursari, E., Putro, D., & Baskoro, T. (2018). Pengaruh embung dan kombinasinya dengan teknik konservasi tanah dan air lainnya terhadap koefisien regim aliran dan koefisien aliran tahunan. *Jurnal Geografi Lingkungan Hidup*, 2(2), 13. doi:http://dx.doi.org/10.7454/jglitrop.v2i2.45
- Sallata, M. K. (2015). *Mengelola Aliran Permukaan Wilayah Hulu Daerah Aliran Sungai untuk Kelestarian Lingkungan Hidup*. Paper presented at the Seminar Sewindu Balai

- Penelitian Tanaman Hasil Hutan Bukan Kayu Mataram.
- Sallata, M. K., & Nugroho, H. Y. S. H. (2016). Model Pengelolaan Sumber Daya Air Bersama Masyarakat Secara Konservatif dan Mandiri Berbasis Desa. In B. M. d. I. W. S. Dharmawan (Ed.), *Bunga Rampai Pengelolaan Lahan dan Air Berkelanjutan Dengan Melibatkan Masyarakat*. Bogor: Forda Press.
- Sallata, M. K., & Nugroho, H. Y. S. H. (2019). *Pengelolaan Lahan Kering*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Schubotz, D. (2019). *Participatory Action Research*: SAGE Research Methods Foundations.
- Soekarto, S. T. ( 2014. ). *Keajaiban Air Dalam Ilmu dan Kehidupan*. Bandung: Penerbit Alfabeta Bandung.
- Subagyo, K., Haryati, U., & Tala'ohu, S. H. (2004). Teknologi Konservasi Air Pada Pertanian Lahan Kering In K. U, A.Rachman, & A. Dariah (Eds.), *Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng* (pp. 189-210). Bogor: Pusat Litbang Tanah dan Agroklimat.
- Waspodo, R. S. B., Komariah, S., & Dewi, V. A. K. (2019). Optimasi Sumber Daya Air dengan Program Linear (Linear Programming) di DAS Cicatih, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 7(3), 179-184.  
doi:<https://doi.org/10.19028/jtep.07.3.179-184>

Halaman ini sengaja dibiarkan kosong