

Peran Peningkatan Data dan Review Sistem Informasi Sumber Daya Air Indonesia untuk PPSI Daerah Irigasi Kewenangan Pusat (Water Resources Data Center Versi 1.0)

Tommy Kurniawan^{1*}, Ari Setyorini², Dian Kamila³, Gandes Sawitri⁴, Tri Handoko⁵, Laode Muhamad Bakti⁶, Hadijah Usman⁷, Andi Sudirman⁸, Adi Nuryono⁹

^{1,9}PT. Duta Cipta Mandiri Engineering Consultant

^{2,7}SSPSDA, Ditjen SDA, Kementerian PUPR

^{3,5,8}Direktorat Bina Teknik Sumber Daya Air, Ditjen SDA, Kementerian PUPR

⁴Direktorat Bina Operasi dan Pemeliharaan, Ditjen SDA, Kementerian PUPR

⁶BBWS Pemali Juana, Ditjen SDA, Kementerian PUPR

*Corresponding authors: tommy_ccme@yahoo.co.id

Direrahkan: 29 Juni 2024, Direvisi: 8 Juli 2024, Diterima: 24 Juli 2024

ABSTRAK *Sustainable Development Goals* merupakan tujuan PBB Tahun 2015 sebagai panduan seluruh negara anggota untuk mencapai pembangunan berkelanjutan, dimana skor 48 (*medium low*) Tahun 2017 dan skor 66 Tahun 2020 (*medium high*). Pada indikator 6.5.1 merupakan derajat indikator pelaksanaan *Integrated Water Resources Management (IWRM)* di Indonesia. Saat ini tuntutan penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam pengelolaan SDA semakin meningkat antara lain: pemasangan sensor untuk pemantauan dan akuisisi data real time, transmisi data telemetri, sistem pendukung keputusan tata kelola air, visualisasi data spasial, dan pengoperasian infrastruktur dengan sistem teleoperation. Sementara terkendala data tidak lengkap, tidak sinkron, data ganda, dan tumpang tindih dalam pengelolaan data oleh Kementerian. Studi ini dilakukan untuk 1) mengetahui peran SI SDA Indonesia terhadap PPSI dan IWRM, 2) melakukan standarisasi data, 3) inventarisasi SI untuk mendukung SDA I, dan 4) penilaian SDA I. Metodologi penelitian dan pengembangan pada studi ini mengacu pada review hasil tindakan sebelumnya sehingga pada akhirnya diperoleh suatu produk pengembangan. Hasil kajian menunjukkan upaya pemerintah untuk menaikkan nilai indikator IWRM sesuai target indikator dan mengelola konflik SDA, telah sejalan pada PPSI DI Kewenangan Pusat melalui melalui SI SDA I sebagai *tools* untuk mengelola big data dan konflik air irigasi. Inilah upaya pengelolaan data untuk perumusan kebijakan, PPSI, ketersediaan data dan informasi SDA Terpadu yang valid, akurat, terkini, memadai, mudah diakses, dan berkesinambungan. Standarisasi data perlu dilakukan karena SI di Kementerian memiliki karakteristik tidak sama. Sistem Informasi tersebut telah diidentifikasi dan disusun untuk pengembangan berdasarkan evaluasi SDA I, yaitu pengelompokan data, penyajian spasial, tabulasi, dan visualisasi.

KATA KUNCI: IWRM; Big Data; SDA I; Standarisasi; Terpadu

ABSTRACT *The Sustainable Development Goals are the UN's 2015 goals as a guide for all member countries to achieve sustainable development, with a score of 48 (medium low) in 2017 and a score of 66 in 2020 (medium high). Indicator 6.5.1 is the degree of indicator for the implementation of Integrated Water Resources Management (IWRM) in Indonesia. Currently, demands for the application of Information and Communication Technology in natural resource management are increasing, including: installation of sensors for monitoring and real time data acquisition, telemetry data transmission, water management decision support systems, spatial data visualization, and infrastructure operation with teleoperation systems. There are problems with incomplete, unsynchronized data, duplicate data and overlaps in data management. This study was conducted to 1) determine the role of Indonesian SDA SI on PPSI and IWRM, 2) standardize data, 3) inventory IS to support SDA I, and 4) assess SDA I. The research and development methodology in this study refers to reviewing and development the product. The results of the study show that the government's efforts to increase the IWRM indicator value according to indicator targets and manage natural resource conflicts are in line with PPSI. This is an effort to manage data for policy, availability of Integrated Natural Resources data and information that is valid. Data standardization needs to be carried out because SI in the Ministry has different characteristics. This information system has been identified and prepared for development based on the SDA I evaluation, namely data grouping, spatial presentation, tabulation and visualization.*

KEYWORDS: IWRM; Big Data; SDA I; standardization; integrated

1. LATAR BELAKANG

Seiring dengan pembangunan, pemanfaatan tata guna lahan, peningkatan jumlah penduduk, dan perubahan iklim, manusia terus mengeksploitasi Sumber Daya Air sehingga terjadi kekurangan air pada musim kemarau dan kelebihan air pada musim hujan. Kepentingan dan nilai air yang berbeda pada tiap sektor telah menimbulkan konflik. Sebagai zat yang esensial bagi kehidupan, air perlu dikelola untuk meminimalisir konflik terutama saat kekurangan air. Konflik-konflik antar sektor dan wilayah dari hulu ke hilir tidak cukup diselesaikan melalui metode pengelolaan tradisional yang ada, solusi terbaik saat ini melalui pendekatan Pengelolaan Sumber Daya Air terpadu atau *Integrated Water Resources Management (IWRM)* (GWP, 2000, dalam Masthura, 2022). IWRM ialah suatu proses yang mengintegrasikan pengelolaan air, lahan, dan sumber daya terkait lainnya secara terkoordinasi dalam rangka memaksimalkan pendapatan ekonomi dan kesejahteraan sosial secara adil tanpa mengorbankan keberlanjutan ekosistem yang vital (GWP, 2000, dalam Suni, 2021).

Pelaksanaan *Integrated Water Resources Management (IWRM)* membutuhkan pengelolaan data dan informasi SDA tetapi persoalan yang dihadapi saat ini adalah data tidak lengkap, data tidak sinkron, data ganda, terjadi tumpang tindih dalam pengelolaan data oleh K/L (masing-masing mengumpulkan, menganalisa, dan menyajikan data dan informasi sesuai dengan kepentingan masing-masing). Data yang tidak sinkron antar sektor, disebabkan standar data dasar dan metadata secara nasional belum ada. Data dan informasi yang dikelola oleh masing-masing instansi belum semuanya terstandarisasi dan memenuhi kaidah *interoperabilitas* sehingga sulit dibagikan. Di samping itu Sistem Informasi (SI) Sumber Daya Air yang belum sepenuhnya terintegrasi seluruh data SDA secara nasional, memfasilitasi berbagi-pakai dan pelayanan data serta mudah diakses oleh seluruh pemangku kepentingan. Dengan kondisi demikian, data dan informasi Sumber Daya Air untuk mendukung pengambilan keputusan pada berbagai tingkatan, belum dapat diakses dengan mudah dan cepat, serta belum cukup terjamin keakuratan dan kebenarannya, baik pada tingkat manajerial maupun operasional.

Upaya pengelolaan data untuk perumusan kebijakan, PPSI / SIDLACOM, ketersediaan data dan informasi SDA Terpadu yang valid, akurat, terkini, memadai, mudah diakses, dan berkesinambungan merupakan syarat mutlak. Sementara itu tuntutan penerapan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam pengelolaan SDA di kegiatan Modernisasi Irigasi semakin meningkat antara lain: penggunaan teknologi penginderaan jauh, penggunaan sensor untuk pemantauan dan akuisisi data secara real time, transmisi data secara telemetri, penggunaan alat analitik sistem pendukung keputusan (SMOPI / SIPASI), dan penggunaan GIS untuk visualisasi data spasial, serta pengoperasian infrastruktur dengan sistem teleoperation.

Dalam rangka menjawab berbagai persoalan dan tantangan pengelolaan data dan informasi SDA serta penerapan TIK dalam pengelolaan SDA, Pemerintah telah menerbitkan berbagai peraturan dan kebijakan yang secara khusus menjadi dasar dan arahan dalam pengelolaan Sistem Informasi Sumber Daya Air (SISDA) antara lain UU No.17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air (SDA), Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2008 tentang Keterbukaan Informasi Publik (Lembaga Negara Republik Indonesia Tahun 2010 Nomor 99, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5149), Peraturan Pemerintah Nomor 96 Tahun 2012 tentang Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 25 Tahun 2009 tentang Pelayanan Publik (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 215, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5357), Perpres No. 37 Tahun 2023 tentang Kebijakan Nasional Sumber Daya Air Bagian E Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Sumber Daya Air dalam peningkatan kinerja pengelolaan SISDA, Perpres No. 24 Tahun 2024 tentang Perubahan Atas Peraturan Presiden No. 27 Tahun 2020 tentang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 323/PRT/M/2005 tentang Tata Cara Penanganan Masukan Dari Masyarakat di Lingkungan Departemen Pekerjaan Umum, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 26 Tahun 2020 tentang Perubahan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 16 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia No 15 Tahun 2020 tentang Penyelenggaraan Layanan Informasi Publik, Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No 04/SE/M/2014 tentang Standar Operasional Prosedur Pengelolaan dan Pelayanan Informasi Publik Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 987/KPTS/M/2021 tentang Penetapan Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Keputusan Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi Utama No 01/KPTS/PPID/2021 tentang Pemutakhiran Daftar Informasi Yang Wajib Disediakan dan Diumumkan di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Tahun 2021, Keputusan Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi Utama No 02/KPTS/PPID/2021 tentang Pemutakhiran Daftar Informasi Yang Dikecualikan di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Tahun 2021, Surat Edaran Direktur Jenderal Sumber Daya Air No 04/SE/D/2019 tentang Prosedur Pelayanan Informasi Publik di Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, dan Keputusan Direktur Jenderal Sumber Daya Air No 50/KPTS/D/2019 tentang Pembentukan Unit Pelaksana Pejabat Pengelola Informasi dan Dokumentasi Sumber Daya Air. Saat ini muncul konsep baru terkait pengelolaan data dan informasi, seperti *Single Management Irrigation (SMI)*, Kebijakan Satu Data Indonesia, Kebijakan Satu Peta Indonesia (*one maps policy*), dan Kebijakan Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE), serta Kebijakan Transformasi Digital. Hal ini masih menjadi kendala dan memerlukan upaya lebih lanjut untuk mengelola data dan informasi SDA di masa depan.

Dalam rangka mendukung peningkatan produktivitas pertanian beririgasi di Indonesia, kendala pemanfaatan data dan informasi SDA salah satunya memberi dampak untuk Pengembangan dan Pengelolaan Sistem Irigasi (PPSI) dan Modernisasi Irigasi (Surat Edaran Ditjen SDA no 01/SE/D/2018 tanggal 28 Maret 2019) di Daerah Irigasi Kewenangan Pusat. Pengelolaan sistem irigasi mengacu kepada Permen PUPR No. 12/PRT/M/2015 tentang Eksploitasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi, yang mengatur tentang pedoman pengoperasian dan pemeliharaan jaringan irigasi, mulai dari inventarisasi kondisi jaringan, perencanaan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi kegiatan OP. Kegiatan PPSI didukung dengan kegiatan inventarisasi kondisi jaringan serta monitoring dan pengukuran indeks

kinerja sistem irigasi (IKSI) yang diatur dalam Permen PUPR No. 23/PRT/M/2015 tentang Pengelolaan Aset Irigasi. Salah satu cara mengukur keberhasilan program pengelolaan irigasi adalah melalui pengukuran nilai Indeks Kinerja Sistem Irigasi (IKSI) (Bakti, 2022). Penilaian IKSI bertujuan untuk mengetahui kondisi sistem irigasi di suatu Daerah Irigasi secara bertahap dan berkesinambungan. Variabel dalam penilaian IKSI saling terkait satu sama lain, apabila terdapat permasalahan pada salah satu bagian dari aset irigasi maka akan mempengaruhi nilai IKSI (Dwiyantama, 2020). Oleh karena itu, maksud penelitian ini dilakukan dalam rangka mendukung rencana peningkatan Sistem Informasi Pengelolaan SDA Indonesia (WRDC versi 2.0) untuk mendukung IWRM, terutama di PPSI DI Kewenangan Pusat. Adapun tujuan penelitian ini yaitu :

- a. Bagaimana peran Sistem Informasi SDA Indonesia terhadap PPSI dan IWRM?.
- b. Bagaimana standarisasi data terhadap Sistem Informasi SDA Indonesia?
- c. Bagaimana inventarisasi aplikasi yang berada di lingkup Kementerian PUPR saat ini terhadap konsep Sistem Informasi SDA Indonesia?
- d. Bagaimana penilaian dan rekomendasi Sistem Informasi Pengelolaan SDA Indonesia (WRDC Versi 1.0)?

2. METODOLOGI STUDI

Metodologi penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) merupakan metodologi pada studi ini. Pengertian penelitian dan pengembangan yaitu suatu proses yang dilakukan dengan kajian dan peningkatan di bidang SDA. Tahap penelitian yang akan diterapkan selalu mengacu pada review hasil tindakan sebelumnya sehingga pada akhirnya diperoleh suatu produk pengembangan / peningkatan (Borg & Gall, 1983, p.772, dalam Ramadina, 2015).

- a. Batasan Studi dalam penelitian ini adalah :
 - 1) PPSI pada DI Kewenangan Pusat dipilih di studi ini sebagai salah satu bagian dari Pengelolaan SDA Terpadu, dimana ketersediaan data lebih siap daripada sektor yang lain.
 - 2) Sistem Informasi Sumber Daya Air Indonesia merupakan sistem informasi di lingkup Direktorat Bina Teknik Sumber Daya Air, Ditjen SDA, Kementerian PUPR
 - 3) Lokasi survei dan inventarisasi B/BWS berada di 12 Provinsi
 - 4) Sistem Informasi SDA Indonesia merupakan peningkatan dari Sistem Informasi *Water Resources Data Center* (WRDC) versi 1.0 yang sebelumnya telah ada. Penulisan versi 1.0 untuk membedakan dengan rencana pengembangan Sistem Informasi *Water Resources Data Center* (WRDC) versi 2.0 atau Sistem Informasi SDA Indonesia berdasarkan rekomendasi dari studi ini.

b. Sistem Informasi Manajemen

Data merupakan bahan utama dari pekerjaan sistem informasi. Data adalah kata jamak (plural) dan kata tunggalnya (singular) adalah datum yang berasal dari bahasa Latin yang berarti fakta, kenyataan, kejadian, atau peristiwa. Secara terperinci, menurut (Kristanto, 2008, p.7 772, dalam Ramadina, 2015) data adalah :

- 1) Kenyataan yang menggambarkan suatu kejadian-kejadian dan kesatuan nyata. Kejadian-kejadian (event) adalah sesuatu yang terjadi pada saat tertentu.
- 2) Data menggambarkan suatu kejadian yang sedang terjadi, dimana data tersebut akan diolah dan diterapkan dalam sistem menjadi input yang berguna dalam suatu sistem.

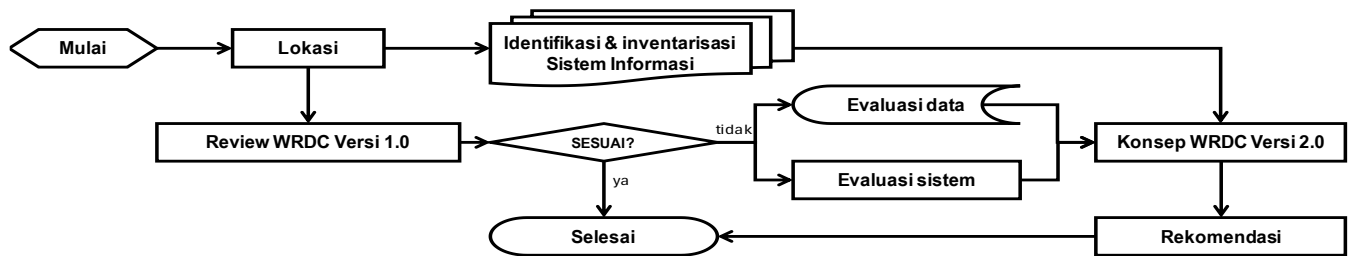
Menurut (Kristanto, 2008 : 1, dalam Ramadina, 2015) “suatu sistem pada dasarnya adalah sekumpulan dari elemen-elemen yang saling berinteraksi atau bekerja sama untuk mencapai suatu tujuan tertentu”. Sistem juga merupakan kumpulan elemen-elemen yang saling terkait dan bekerja sama untuk memproses masukan (input) yang ditujukan kepada sistem tersebut dan mengolah masukan tersebut sampai menghasilkan keluaran (output) yang diinginkan sehingga fungsi sistem yang utama adalah menerima masukan, mengolah masukan, dan menghasilkan keluaran. Sedangkan Kadir (2003, p.114, dalam Ramadina, 2015) menyatakan sistem informasi manajemen (SIM) atau *Management Information Systems* (MIS) adalah “sistem informasi yang digunakan untuk menyajikan informasi yang digunakan untuk mendukung operasi, manajemen, dan pengambilan keputusan dalam sebuah organisasi.”

c. Sistem Informasi Geografis

Menurut Prahasta (2002:55) SIG adalah sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisa informasi-informasi yang berhubungan dengan permukaan bumi. Pada dasarnya, istilah sistem informasi geografi merupakan gabungan dari tiga unsur pokok yaitu sistem, informasi, dan geografi. Dengan demikian, pengertian terhadap ketiga unsur-unsur pokok ini akan sangat membantu dalam memahami SIG. Dengan melihat unsur-unsur pokoknya, maka jelas SIG merupakan salah satu sistem informasi. SIG merupakan suatu sistem yang menekankan pada unsur informasi geografi. Istilah “geografis” merupakan bagian dari spasial (keruangan). Kedua istilah ini sering digunakan secara bergantian atau tertukar hingga timbul istilah yang ketiga, geospasial. Ketiga istilah ini mengandung pengertian yang sama di dalam mengandung pengertian suatu persoalan menge konteks SIG. Penggunaan kata “geografis” mengandung pengertian suatu persoalan mengenai bumi: permukaan dua atau tiga dimensi. Istilah “informasi geografis” mengandung pengertian informasi mengenai tempat-tempat yang terletak di permukaan bumi, pengetahuan mengenai posisi dimana suatu objek terletak di permukaan bumi, dan informasi mengenai keterangan-keterangan (atribut) yang terdapat di permukaan bumi yang posisinya diberikan atau diketahui.

d. Tahapan penelitian

Tahapan dalam penelitian ini dapat disajikan pada Gambar 1 berikut



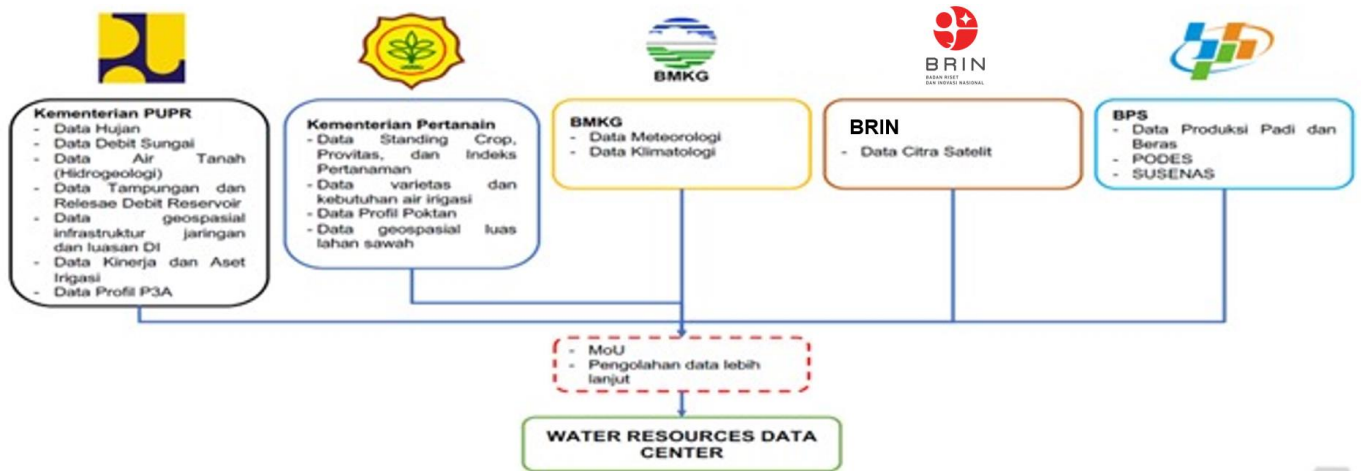
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

Sustainable Development Goals atau disingkat SDGs, dalam bahasa Indonesia dikenal dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan adalah serangkaian tujuan yang dibuat oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) sebagai panduan bagi seluruh negara anggota untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. SDGs disepakati oleh 190 negara dan disahkan melalui sidang umum PBB pada Tanggal 25 September 2015 di New York, Amerika Serikat (Instiki, 2023). SDGs menggantikan MDGs (*Millennium Development Goals*) sebagai tujuan pembangunan bersama sampai tahun 2030 yang disepakati oleh banyak negara dalam forum resolusi Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). Sebagai wujud komitmen politik pemerintah untuk melaksanakan agenda SDGs, Presiden Joko Widodo telah menandatangani Peraturan Presiden (Perpres) SDGs Nomor 59 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Perpres tersebut diperbarui dengan Perpres No. 111 Tahun 2022 tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Perpres tersebut mengamanatkan penyusunan Rencana Aksi Nasional 2021–2024 dan pelaporannya. Perpres tersebut merupakan komitmen agar pelaksanaan dan pencapaian SDGs dilaksanakan secara partisipatif dengan melibatkan banyak pihak, baik pemerintah tingkat nasional maupun daerah, serta kelompok-kelompok masyarakat, antara lain akademisi dan pakar, filantropi dan pelaku usaha, serta organisasi masyarakat sipil dan media (Bappenas, 2023).

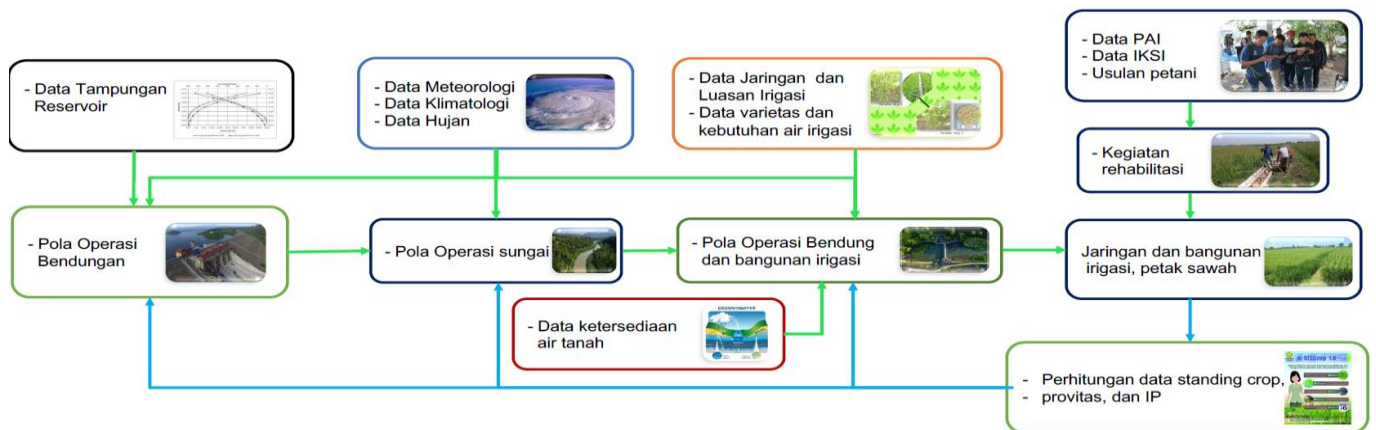
Terdapat 17 tujuan SDGs yang saling terkait dan saling mendukung untuk mengatasi berbagai tantangan global yang kita hadapi, salah satunya di tujuan nomor 6 (enam) yaitu menjamin ketersediaan dan manajemen air dan sanitasi secara berkelanjutan. Pada indikator 6.5.1 merupakan derajat indikator Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu / IRWM dengan empat dimensi yang berjalan di Indonesia, yaitu (i) lingkungan pendukung, (ii) kelembagaan dan peran serta, (iii) pendanaan, dan (iv) instrument pengelolaan. Status Indonesia pada Tahun 2017 dengan skor 48 (*medium low*) dan Tahun 2020 dengan skor 66 (*medium high*) (UNEP, 2021). Data terakhir Tahun 2023, Capaian indikator SDGs Indonesia mencapai 62% dengan rincian 224 indikator yang dievaluasi, sejumlah 138 indikator tercapai, 31 indikator akan tercapai/membaik, dan 55 indikator perlu perhatian khusus (Bappenas, 2023). Nilai tersebut menunjukkan keberlanjutan pengelolaan SDA terpadu ini sangat penting meskipun dewasa ini kondisi neraca air di beberapa Daerah Aliran Sungai (DAS) terjadi fenomena penurunan ketersediaan air dan kenaikan kebutuhan air, sehingga sumber daya air perlu dikelola dengan baik berdasarkan UU No 17 tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, pasal 21, 22, 23, 38, 39, 40, dan 41. Pengelolaan SDA terpadu di dalam proses pembangunan berkelanjutan didefinisikan sebagai upaya untuk mewujudkan sinergi dan keterpaduan antar wilayah, antar sektor, dan antar generasi guna memenuhi kebutuhan rakyat atas air. Selain itu, memadukan aspek lingkungan hidup, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup serta keselamatan, kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan. Pengelolaan SDA secara menyeluruh mencakup semua bidang pengelolaan yang meliputi konservasi, pendayagunaan, dan pengendalian daya rusak air, serta meliputi satu sistem wilayah pengelolaan secara utuh yang mencakup semua proses perencanaan, pelaksanaan, serta pemantauan dan evaluasi. Tujuan Pengelolaan SDA terpadu yaitu menjaga kelestarian fungsi dan memulihkan kondisi fisik prasarana dan sarana sumber daya air, menjaga kelestarian sumber daya air dan fungsi hidrologis Daerah Aliran Sungai (DAS), mengurangi konflik pemanfaatan air antar pengguna dan antar penggunaan, serta meningkatkan pendayagunaan SDA.

Upaya-upaya keteknikan (*engineering*) oleh satu sektor saja tidak dapat menghasilkan perbaikan yang signifikan. Pendekatan *engineering* secara holistik dipadukan dengan aspek lain dan kerja lintas sektor merupakan bagian penting dari sumberdaya air. Hal ini sesuai laporan Pembangunan Daerah Aliran Sungai Terpadu kepada Sekretaris Jenderal PBB Bulan November 1957 yang menekankan pentingnya kerja lintas sektor (Slobbe, 2010, dalam Suni, 2021). Dalam rangka mengelola air secara berkelanjutan yang dihadapkan dengan perubahan iklim, pertumbuhan penduduk, dan peningkatan kebutuhan air domestik dan non domestik, perlu didorong Pengelolaan SDA Terpadu (Suni, 2021). Berbagai upaya telah dilakukan oleh Pemerintah Indonesia agar nilai derajat indikator pelaksanaan Pengelolaan SDA Terpadu Tahun 2020 tidak turun yaitu melalui sistem e-monev yang dikelola Bappenas dengan dukungan data tidak hanya tanggung jawab BPS tetapi juga tanggung jawab K/L. BPS selaku pembina data terus mendorong upaya penguatan penyediaan data SDGs dalam rangka Satu Data Indonesia (Bappenas, 2023).

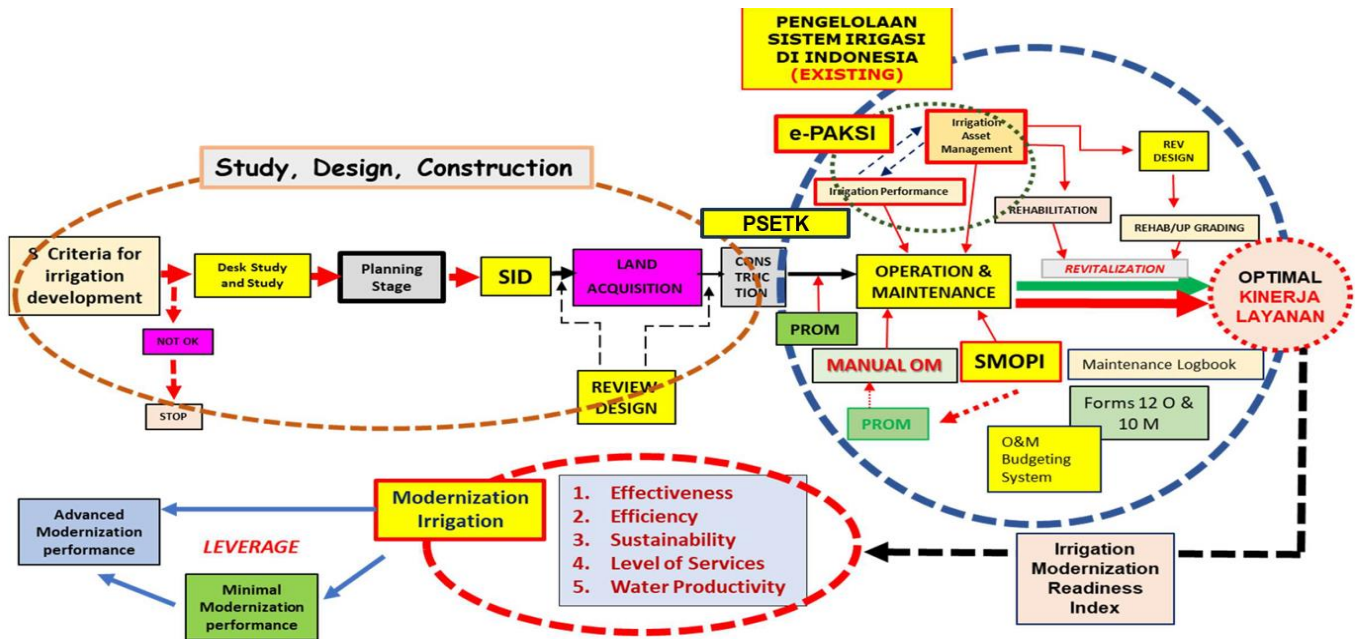


Gambar 2. Integrasi dan Kebijakan Pengelolaan Data Antar K/L

Tentu saja ketersediaan data untuk support ke sistem e-monev SDGs perlu disiapkan oleh Pustatin, salah satunya Sistem Informasi SDA Indonesia sebagai tools untuk mengelola big data / data dasar dengan tahapan kategorisasi data dasar, inventarisasi data, analisa data, dan penyajian data (lihat Gambar 2 dan Gambar 5). Senada dengan pendapat Ferdiansyah, dkk (2023), yang menyatakan big data adalah perkembangan teknologi baru dan penting untuk penyimpanan dan integrasi volume data yang sangat besar dari berbagai sumber. Data dapat diakses oleh siapapun, dimana pun, dan kapan pun, dimana data disajikan melalui tabulasi dan / atau peta spasial. Oleh karena itu, Sistem Informasi SDA Indonesia perlu dibangun untuk mendukung IWRM dengan data yang valid, akurat, terkini, dan memadai (VATM). Kegiatan perencanaan perlu didukung dengan ketersediaan data untuk analisa sehingga diperoleh output perencanaan yang baik untuk tahap konstruksi, operasi, dan pemeliharaan SDA (lihat Gambar 3). Adapun data dengan status VATM sangat penting sehingga perlu disiapkan metodologi untuk inventarisasi data.



Gambar 3. Konsep Manfaat Pengembangan Data dan Informasi



Gambar 4. PPSI pada Modernisasi Irigasi (Sumber: Sistem dan Strategi Pengelolaan Sumber Daya Air, 2023)

Pada studi ini, upaya pemerintah untuk menaikkan nilai indikator pelaksanaan Pengelolaan SDA Terpadu sesuai target indikator dan mengelola potensi konflik dalam SDA, telah sejalan pada pengelolaan Daerah Irigasi Kewenangan Pusat pada sebuah DAS, dimana menaikkan nilai IKSI setiap tahun melalui kegiatan PPSI dan mengatasi konflik air irigasi dengan tata kelola pelayanan air irigasi dari hulu ke hilir. Saat ini, kondisi jaringan irigasi di Indonesia ±50% mengalami kerusakan akibat terbatasnya SDM pemerintah yang melakukan kegiatan operasi dan pemeliharaan (OP) dan rehabilitasi jaringan irigasi (Idris dkk., 2019, dalam Bakti, 2022). Padahal keberadaan jaringan irigasi yang baik menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan keberhasilan budidaya pertanian (Yuldashev et al, 2020). Oleh karena itu, penilaian IKSI menjadi indikator penilaian yang sangat vital mengacu Permen PUPR No. 23/PRT/M/2015 sehingga membutuhkan ketersediaan big data untuk penilaian IKSI setiap tahun. Menurut Bakti (2023) mengungkapkan signifikan kenaikan nilai IKSI selain disumbang oleh prasarana fisik (*hard component*) juga wajib diikuti *soft component* (Produktivitas tanaman, Sarana Penunjang, Organisasi Personalia, Dokumentasi, dan Kondisi Kelembagaan P3A). Selain itu, nilai IKSI akan mendukung pertimbangan dalam pengambilan keputusan untuk melaksanakan Pengembangan dan Pengelolaan Sistem Irigasi (PPSI) berdasarkan Permen PUPR No. 30/PRT/M/2015 di DI Kewenangan Pusat. Dewasa ini, pelaksanaan tahap PPSI di Modernisasi Irigasi lebih detail dari konsep *Survey, Investigation, Design, Land Acquisition, Construction, Operation, dan Maintenance* (SIDLACOM) karena penambahan Profil Sosial, Ekonomi, Teknik, dan Kelembagaan (PSETK) serta e-PAKSI, seperti disajikan pada Gambar 4. Sebelum data Pelaksanaan PPSI menurut Permen PUPR No. 30/PRT/M/2015 dan Permen PUPR No. 12/PRT/M/2015 akan dikelola melalui Sistem Informasi SDA Indonesia, big data / data dasar perlu diawali dengan parameter standarisasi menurut konsep lima pilar Modernisasi Irigasi disajikan di Tabel 1.

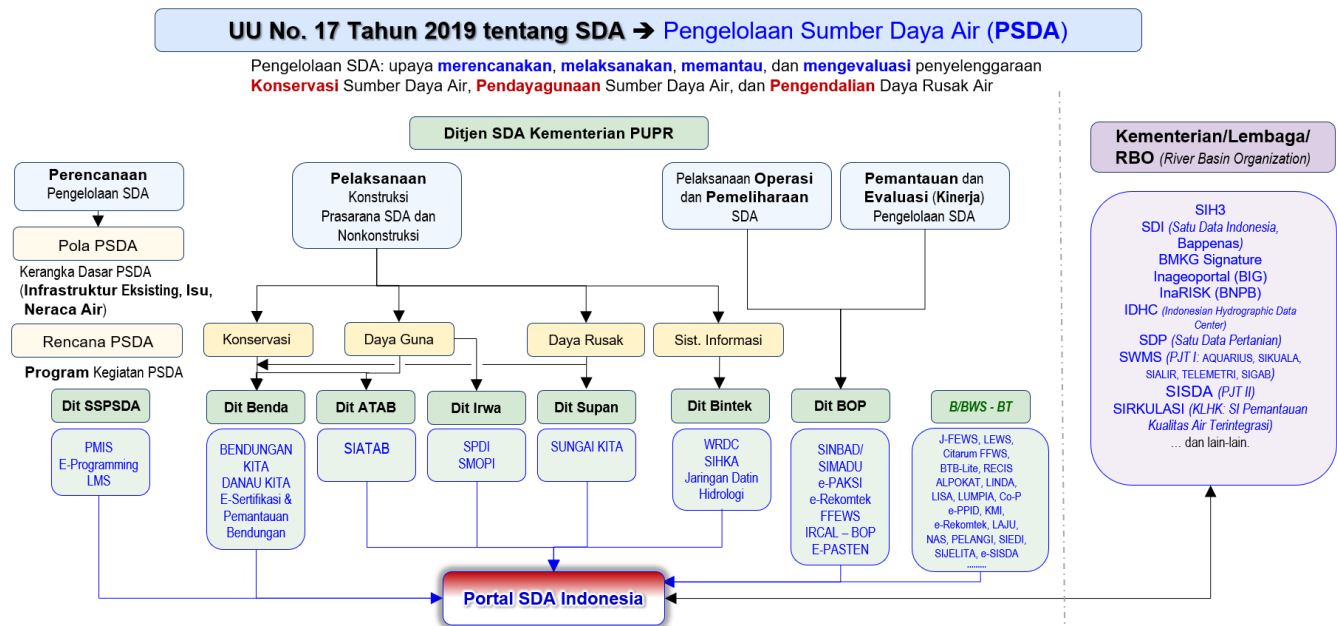
Tabel 1. Parameter Standarisasi Data Dasar untuk PPSI di DI Kewenangan Pusat Berdasarkan Lima Pilar MI

No	Pilar MI	Jenis Data
1	Keandalan Ketersediaan Air	Peta shp DAS, peta administrasi, peta tata guna lahan, analisa sedimentasi, data teknis embung dan bendungan, data curah hujan, data stasiun hujan pada DAS, data debit sungai, data Rencana Alokasi Air Tahunan (RAAT), data klimatologi, neraca air DAS, dan seterusnya.
2	Infrastruktur Irigasi	Dokumen Perencanaan antara lain Aset Irigasi (jaringan irigasi utama dan jaringan irigasi tersier), skema bangunan irigasi, skema jaringan irigasi, manual OP, sarana penunjang OP, sistem planning, analisa hidrologi, analisa kebutuhan air, analisa neraca air, data kelembagaan (pengamat, I/G/P3A, UPI), analisa sosekbud, peta ikhstisar, peta Daerah Irigasi, peta sosio hidro, Dokumen Pelaksanaan antara lain dokumen PHO, dokumen FHO, dokumen Persiapan OP, manual OP, dokumen kontrak, laporan supervisi, Hard Component (Remote Terminal Unit, Automatic Weather Station, Data Logger, Actuator, Gate Position Sensor, Automatic Water Level Sensor, Automatic Water Level Management System, dan Rainfall Sensor),
3	Pengelolaan Irigasi	Aplikasi / Sistem Informasi Decision Support System (SMOPI & SIPASI), SCADA, pembentukan pusat data SDA, e-PASTEN, IRCAL – BOP, sistem informasi hidrologi, sistem informasi kualitas air, e-AKNOP, e-PAKSI. Operasi Irigasi (dokumen <i>irrigation Service Agreement</i> , neraca air, blanko O, laporan pelaksanaan O, kalibrasi bangunan air,

No	Pilar MI	Jenis Data
		<p>Pemeliharaan Irigasi (blanko P, laporan pelaksanaan P, data partisipasi petani, laporan OP Irigasi Partisipatif (OPIP),</p> <p>Dokumen Pendukung antara lain updating PAKSI, penyusunan AKNOP, review kuantitas kebutuhan Petugas OP, internalisasi PPSI, dokumen RP2I, Rencana Tata Tanam Global (RTTG), Rencana Tata Tanam Detail (RTTD),</p> <p>Pedoman, Juklak, Juknis antara lain pemberdayaan I/G/P3A (modul P3A 20 buah, modul modernisasi irigasi untuk P3A lima buah), KOMIR (juklak pembentukan, majemen sekretariat, mekanisme persidangan, dan evaluasi kinerja), penyusunan pedoman sistem pembiayaan pengelolaan irigasi, AKNOP, e-PAKSI (DI Permukaan dan DI Rawa), penyusunan dokumen Rencana Pengelolaan dan Pengembangan Irigasi (RP2I), tata layanan air, <i>Irrigation Service Agreement</i> (ISA), Pengembangan Tata Guna Air (PTGA), audit Persiapan OP (POP), cara kalibrasi bangunan air, pendampingan pemberdayaan P3A oleh Tenaga Pendamping Masyarakat (TPM),</p>
4	Kelembagaan Pengelola Irigasi	<p>IP3A/GP3A/P3A dengan dokumen antara lain : BA Pembentukan (AD ART / Akta Notaris), program kerja, undangan daftar hadir / notulen kegiatan rapat pengurus, undangan daftar hadir / notulen kegiatan rapat anggota, foto sekretariat (papan informasi, buku, & perlengkapan), blanko 01-O, SK bupati rencana tata tanam, buku catatan operasi pemeliharaan, dokumentasi partisipasi dalam pengelolaan jaringan irigasi, dokumen penggunaan benih unggul berlabel / bersertifikat, bukti iuran anggota P3A, laporan keuangan, data nominal dan tahun bantuan (P3TGAI), dan badan pengawas / pemeriksa.</p> <p>Komisi Irigasi dengan dokumen antara lain : Pembentukan (SK Pembentukan, SK Sekretariat, struktur organisasi, keanggotaan), Sekretariat (tenaga pelaksana, program kerja, pelaksanaan tugas sekretariat, hasil kerja sekretariat, fasilitas pendukung), dan pendanaan (operasional dan pertanggung jawaban).</p> <p>Pengamat dengan dokumen antara lain : kantor, SDM, program kerja, perabotan kantor, ATK, anggaran, dan laporan kegiatan</p> <p>Unit Pengelola Irigasi (UPI) atau Unit Pengelola Irigasi Modern (UPIM) dengan dokumen antara lain : SK Pembentukan, SDM, bagan organisasi, program kerja, kantor, perabotan kantor, ATK, anggaran, dan laporan kegiatan</p>
5	SDM	<p>Pelatihan untuk Tenaga Pendamping Masyarakat (TPM), I/G/P3A, KOMIR, UPI/UPIM, Petugas OP, Staf B/BWS, TPOP.</p>

Sumber : Data Primer, 2023

Parameter standarisasi data dasar / big data di atas perlu dilakukan karena di lingkup Ditjen SDA – Kementerian PUPR telah banyak dikembangkan beberapa aplikasi (sistem informasi) untuk mengelola data PPSI yang dikelola B/BWS, dimana entry data, proses, dan output masing-masing aplikasi memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Inventarisasi aplikasi yang telah terkumpul telah ditampilkan dalam bentuk ilustrasi digitalisasi data dan informasi SDA Indonesia tidak hanya pada PPSI di DI Kewenangan Pusat tetapi untuk sektor-sektor yang lain. Pada Gambar 5 menampilkan konsep pengisian data secara berjenjang mulai dari Direktorat di lingkungan Ditjen SDA, B/BWS, dan K/L.



Gambar 5. Digitalisasi Data dan Informasi SDA Indonesia yang dikelola oleh Dir Bintek sebagai Wali Data

Berdasarkan gambar di atas, peran Sistem Informasi SDA Indonesia (SDA I) sangat vital untuk mendukung IWRM sesuai target indikator SDGs sebagai tools untuk integrasi dan mengelola big data (pengelompokan data, penyajian spasial, tabulasi, dan visualisasi dari berbagai sistem informasi) serta mengatasi konflik air irigasi di kegiatan PPSI di DI Kewenangan Pusat. Data pada SDA I dapat digunakan untuk perhitungan dan evaluasi capaian output kegiatan terhadap RPJMN di SDA yaitu memenuhi kegiatan Prioritas (KP) terkait irigasi No. 6 pada Proyek Prioritas ke-1 dari Prioritas Nasional ke-5 yaitu Memperkuat Infrastruktur untuk Mendukung Pengembangan Ekonomi dan Pelayanan Dasar

Kajian yang sama pernah dilakukan oleh Kurniawan dan Nuryono (2022), ketika Bappeda Provinsi Jawa Tengah membutuhkan Sistem Manajemen infrastruktur Terpadu untuk mengelola big data program di masing-masing Organisasi Pemerintah Daerah (OPD) terkait seluruh urusan infrastruktur, sosial budaya (kemiskinan), pengajuan usulan, alokasi biaya penanganan infrastruktur, dan scoring kabupaten-kota serta OPD berbasis spasial (lebih jelas dapat akses ke <https://simfastjateng.bappeda.jatengprov.go.id/>). Adapun manfaat pengelolaan big data akan lebih mudah dipahami dengan penyajian melalui peta spasial antara lain :

- a. Akses titik koordinat, nama kegiatan, tahun anggaran, dokumentasi, teregister dengan tanggal, nama penyedia jasa, nilai kontrak, dan lain-lain disesuaikan dengan keterbukaan publik.
- b. Meminimalkan potensi overlapping kegiatan (lokasi sama dengan anggaran yang berbeda)
- c. Jejak digital penanganan oleh instansi/dinas dapat diketahui dengan mudah, meskipun telah berjalan lebih dari beberapa tahun yang lalu.
- d. Mendukung pemanfaatan anggaran dan transparansi output kepada masyarakat luas
- e. Fitur tambahan dapat diberikan pada titik lokasi (akses ke dokumen tertentu dapat diberikan)

Beberapa manfaat di atas sejalan dengan kebijakan peningkatan kinerja pengelolaan Sistem Informasi SDA (SISDA) berdasarkan Perpres No. 37 Tahun 2023 (lihat gambar di bawah ini).

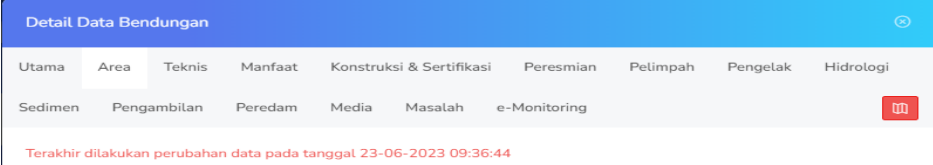
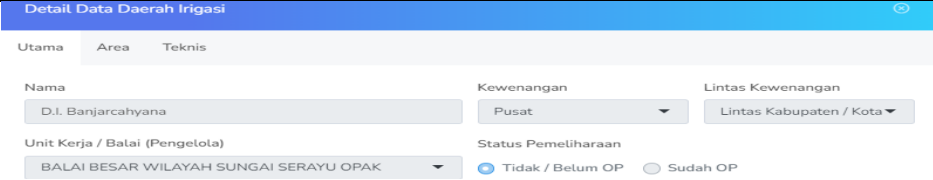


Gambar 6. Kebijakan Peningkatan Kinerja Pengelolaan SI-SDA (SISDA) berdasarkan Perpres No. 37 Tahun 2023

Oleh karena itu, sebelum tahap pengembangan SDA I (WRDC versi 2.0) dilakukan, Sistem Informasi WRDC Versi 1.0 perlu direview terlebih dahulu untuk mengetahui GAP sesuai tuntutan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam pengelolaan SDA saat ini. Beberapa hasil review SI WRDC Versi 1.0 berdasarkan perspektif pengguna / end user dapat ditampilkan di bawah ini :

Tabel 2. Review SI WRDC Versi 1.0

No	Aspek	Penilaian
1	Pengguna / end user	<ul style="list-style-type: none"> • Pengguna umum hanya dapat melihat data publikasi • Staf B/BWS dapat log-in dan melengkapi data
2	Data	<ul style="list-style-type: none"> • Masih terjadi kemungkinan perbedaan data yang muncul di WRDC Versi 1.0 dengan data yang muncul di sistem informasi K/L yang lain (data ganda) • Data prasarana jaringan irigasi (utama dan tersier) dari web e-PAKSI belum ditampilkan pada peta spasial • Perlu penambahan utilitas perencanaan dan alokasi anggaran infrastruktur • Informasi kerawanan bencana pada menu detail data prasarana, misalnya rawan kekeringan, rawan banjir, dan lain-lain • Perlu keterpaduan dengan tata ruang, Ruang Terbuka Hijau, tata guna lahan, peta SIG • WRDC perlu menginisiasi keterpaduan program, kegiatan, usulan, alokasi anggaran dan terintegrasi dengan e-mon dimana didahului dengan entry / tag lokasi / koordinat kegiatan untuk memastikan output dan outcome kegiatan • WRDC belum menampilkan dokumen yang dapat diakses di dashboard menu peta. Dokumen dapat diakses tergantung level admin atau end user karena faktor kerahasiaan. • WRDC perlu menghadirkan google prasarana view seperti google street view • WRDC menampilkan penyajian data teknis tetapi data prasarana SDA perlu dipilah sesuai kegiatan per tahun anggarannya.

No	Aspek	Penilaian
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Level admin dapat melihat detail nilai kontrak, dokumen kontrak, PHO, FHO, amdal, safe guard, dan seterusnya. Misal tahun berapa direhabilitasi, berapa biaya OP per tahun, lokasi kegiatan link dengan e-mon, dan seterusnya. ✓ Level <i>end user</i> / pengguna umum hanya dapat melihat data teknis prasarana tetapi belum ada standarisasi pengisian dan penyajian data teknisnya.
4	Detail Data Bendungan	 <p>Terakhir dilakukan perubahan data pada tanggal 23-06-2023 09:36:44</p> <p>Tampilan Dashboard Detail Data Bendungan yaitu utama, area, teknis, manfaat, konstruksi & sertifikasi, peresmian, pelimpah, pengelak, hidrologi. Menu tersebut perlu ditambahkan antara lain grafik karakteristik bendungan, neraca air, dam safety, catatan alokasi anggaran disajikan per tahun, catatan kegiatan pengelolaan disajikan per tahun, akses dokumen publikasi melalui klik pada peta (dokumen perencanaan, dokumen pelaksanaan, dan dokumen OP), nama petugas OP.</p>
5	Detail Data Daerah Irigasi	 <p>Detail Data Daerah Irigasi akan muncul setelah menu Data Master diklik. Tampilan Dashboard Detail Data Daerah Irigasi yaitu utama, area, dan teknis. Menu tersebut perlu ditambahkan antara lain AKNOP, nilai e-PAKSI selama (series tahun dari data web e-PAKSI), peta spasial (terlihat petak tersier, jaringan irigasi utama, jaringan irigasi tersier, plotting P3A di petak tersier, plotting petugas OP di bangunan irigasi), Kelembagaan Pengelola Irigasi (instansi pemerintah, I/G/P3A, & KOMIR) tampil pada peta, titik lokasi rehab sesuai tahun anggaran, titik lokasi pemeliharaan sesuai tahun anggaran, catatan alokasi anggaran disajikan per tahun, catatan kegiatan pengelolaan disajikan per tahun (blanko O), catatan kegiatan pemeliharaan disajikan per tahun (blanko P), akses dokumen publikasi melalui klik pada peta (dokumen perencanaan, dokumen pelaksanaan, dan dokumen OP), nama petugas OP, neraca air, intensitas tanam, dan indeks pertanaman (IP).</p>

Sumber : Data Primer, 2023

Berdasarkan cuplikan hasil evaluasi pada Tabel 2 dapat dipilah dua hal penting yaitu Sistem Informasi dan Data. Dua hal ini dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Sistem Informasi Water Resources Data Center (WRDC) Versi 1.0 masih terbuka untuk ditambah fitur-fitur pengembangan data dan informasi sehingga menjadi Sistem Informasi SDA Indonesia (WRDC Versi 2.0).
- b. Pengisian data Sistem Informasi Water Resources Data Center (WRDC) Versi 1.0 belum memuaskan, padahal ketersediaan data PPSI di web e-PAKSI cukup lengkap melalui kegiatan rutin selama 5 (lima) tahun terakhir. Gap data dan informasi ini dapat diselesaikan dengan model *link* sehingga tidak perlu *entry* data manual.

Selanjutnya, rencana pengembangan SDA Indonesia disusun berdasarkan beberapa hasil evaluasi pada Tabel 2 yang dilakukan dalam berbagai langkah yang saling berhubungan dan terintegrasi satu sama lain. Sebaiknya sistem informasi ini dikembangkan dengan menggunakan konsep input-proses-output (Utama, 2020). Adapun rekomendasi tahap pengembangan SDA Indonesia dilakukan dengan unsur manajemen (Emerson, 1960, dalam Saputro, 2022) yaitu :

- a. Tahap A Persiapan (*Planning*)
 - 1) Konsep entry data perlu disusun secara berjenjang dan periodik waktunya (*Method's step*)
 - 2) Konsep pengelompokan data dan penyajian data berdasarkan hasil evaluasi Tabel 2 (*Method's step*).
 - 3) Review kebutuhan *hardware* (*Material's step*)
 - 4) Penyiapan kebutuhan Sumber Daya Manusia (*Man's step*)
- b. Tahap B Koordinasi, FGD, diskusi (teknis, kebijakan, dan komitmen) dengan K/L terkait (*Organizing*)
- c. Tahap C Pelaksanaan (*Actuating*)
 - 1) Review & penyempurnaan coding *software* WRDC Versi 1.0 (*Machine's step*)
 - 2) Analisa dan penyajian data (spasial dan atribut) pada Sistem Informasi Geografis (SIG), dimana memberikan informasi tentang bentuk keruangannya.
 - 3) Data tabulasi, yaitu suatu proses memasukkan beberapa data yang sudah dikelompokkan sebelumnya ke dalam sebuah menu sehingga menjadi publikasi data teknis standar

- 4) Data verifikasi dan validasi sebelum publikasi.
 - 5) Data visualisasi, adalah proses menggunakan elemen visual seperti diagram, grafik, atau peta untuk merepresentasikan data.
- d. Tahap D Sosialisasi dan workshop pengisian SDA I atau WRDC Versi 2.0. Publikasi SI SDA I tidak perlu menunggu data lengkap, justru dijadikan sebagai pendorong agar K/L terkait untuk mengisi data sesuai peraturan yang berlaku (*Actuating*).
 - e. Tahap E Monev pengisian data SDA I atau WRDC Versi 2.0 (*Controlling*)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan hasil studi dan pembahasan dapat diambil kesimpulan antara lain a) Peran Sistem Informasi SDA Indonesia (SDA I) sangat vital untuk mendukung IWRM sesuai target indikator SDGs sebagai tools untuk mengelola big data (pengelompokan data, penyajian spasial, tabulasi, dan visualisasi) serta mengatasi konflik air irigasi di kegiatan PPSI di DI Kewenangan Pusat. Data pada SDA I dapat digunakan untuk perhitungan dan evaluasi capaian output kegiatan terhadap RPJMN di SDA yaitu memenuhi kegiatan Prioritas (KP) terkait irigasi No. 6 pada Proyek Prioritas ke-1 dari Prioritas Nasional ke-5 yaitu Memperkuat Infrastruktur untuk Mendukung Pengembangan Ekonomi dan Pelayanan Dasar; b) Standarisasi data perlu dilakukan karena SI seperti Tabel 1 di masing-masing Direktorat, B/BWS, dan K/L memiliki sistem informasi dengan karakteristik data yang tidak sama; c) Sistem Informasi yang digunakan di masing-masing Direktorat, B/BWS, dan K/L telah diidentifikasi, dimana dapat digunakan sebagai masukan untuk pengembangan berdasarkan evaluasi SDA I, salah satunya di Direktorat Bina Operasi dan Pemeliharaan, Ditjen SDA, Kementerian PUPR; d) Rekomendasi tahap pengembangan SDA Indonesia dilakukan dengan langkah yaitu Tahap A persiapan; Tahap B pelaksanaan; Tahap C koordinasi, FGD, diskusi dengan K/L terkait; Tahap D sosialisasi dan workshop pengisian data, dan Tahap E monev pengisian data.

5. SARAN

Saran dari penelitian ini adalah, sebagai berikut :

- a. Pengembangan *command center* SDA di Direktorat Bina Teknik SDA
- b. Studi yang sama perlu dilakukan untuk bidang SDA yang lain, misalnya sungai, pantai, bendungan, danau, air baku, air tanah, dan seterusnya.
- c. Penyajian data dan informasi secara series per tahun pada sistem informasi dikembangkan berbasis peta spasial berdasarkan *one map policy* dan MoU integrasi Kebijakan Pengelolaan Data antar K/L.
- d. Penilaian Sistem Informasi perlu dilakukan dengan metode *Control Objective for Information and Related Technology* (COBIT) dimana merupakan *good practices* yang membantu pengoptimalan investasi TI serta menyediakan suatu ukuran yang dimana untuk menilai ketika terjadi berbagai hal yang menyeleweng (ITG, 2007, dalam Hasan, 2020). COBIT merupakan salah satu standar kerangka kerja yang digunakan untuk menilai tata kelola Teknologi Informasi, dengan fitur lebih lengkap dan luas menyediakan untuk mempermudah organisasi dalam memperoleh daya guna dari penggunaan (Fajarwati, 2018).
- e. Web e-PAKSI perlu ditingkatkan ke versi selanjutnya antara lain :
 - 1) Penambahan fitur data kelembagaan P3A pada bangunan bagi sadap di jaringan irigasi tersier. Data ini menunjukkan peran penting program pemberdayaan P3A dan peningkatan partisipasi dalam pengelolaan irigasi (Kurniawan, 2021).
 - 2) Penambahan fitur *google street maps* di jaringan irigasi utama dan jaringan irigasi tersier.
 - 3) Petugas Pintu Air (PPA) di setiap bangunan bagi, Petugas Operasi Bendung (POB) di intake bendung.
 - 4) Proses kualitatif ke kuantitatif assessment penilaian terhadap aset irigasi perlu diperbaiki kembali.
 - 5) Evaluasi diikuti upgrade penilaian pada Daerah Irigasi Rawa untuk *hard component* (prasarana fisik) dan *soft component* (Swaru, 2023).

REFERENSI

- Bakti, L. M., Pitojo, T. J., Dermawan, V., Wijatmiko, I., Kurniawan, T., 2022, Dampak Rehabilitasi Jaringan Irigasi Terhadap Nilai IKSI di Daerah Irigasi Kewenangan Pusat, *Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-39 HATHI*, Mataram.
- Bakti L. M., Juwono P.T., Dermawan V., Wijatmiko I, 2023, Performance Index Model of Irrigation (Case Study in IPDMIP), *Journal of Hunan University (Natural Sciences)*, Vol. 50 No. 4, April 2023.
- Bappenas, 2023, *Laporan Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Tahun 2023*, Laporan Tahun 2023, Jakarta.
- Dwiyantama, 2020, Analisa Kinerja Prasarana Fisik Daerah Irigasi, *Jurnal Student Teknik Sipil*, Edisi Volume 2 No. 2 Mei 2020, e-ISSN : 2686-5033,
- Fajarwati, S., Sarmini, Septiana, Y., 2018, Evaluasi Tata Kelola Teknologi Informasi Menggunakan Kerangka Kerja COBIT 5 (Evaluation of Information Technology Governance Using COBIT 5 Framework), *JUITA*, p-ISSN: 2086-9398 (print); e-ISSN: 2579-9801 (online); Volume VI, Nomor 2, November 2018.

- Ferdiansyah, V., Nasution., M. I. P., 2023, Penerapan Teknologi Big Data Dalam Pengembangan Database Pendidikan, *Jurnal Riset Manajemen*, Vol. 1 No. 3 September 2023, e-ISSN :2985-7627, p-ISSN :2985-6221, Hal 22-29.
- Hasan, P., Pawan, E., Bei, S. H. Y., Thamrin, R. M. H., 2020, Penerapan Framework COBIT 4.1 dan BSC pada Audit Sistem Informasi Instalasi Rawat Inap Rumah Sakit, *Jurnal Informasi Interaktif*, Vol. 5 / No. 2 Mei 2020, ISSN 2527-5240.
- Institut Bisnis dan Teknologi Indonesia, 2023, *Mengenal Sustainable Development Goals (SDGs) atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan*, [online] alamat akses : <https://instiki.ac.id/2023/05/02/mengenal-sustainable-development-goals-sdgs-atau-tujuan-pembangunan-berkelanjutan/>
- Kurniawan, T., Bakti, L. M., Sarastika, T., Murtakhamah, T., Khotimah, K., 2021, Penggunaan aplikasi pada pemberdayaan P3A oleh tenaga pendamping masyarakat IPDMIP Jateng 2020 – 2021, *Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-39 HATHI*, Mataram.
- Masthura, L., Wignyosukarto, B. S., Sujono, J., 2022, Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu Wilayah Sungai Berdimensi Sosial, Ekonomi dan Lingkungan, *Disertasi*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nuryono, A., Kurniawan, T., 2022, *Pengembangan Sistem Manajemen Terpadu Tahun 2022*, Laporan Akhir, HRV Planner Consultant, Semarang.
- Ramadina, S., 2015, Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Bengkel Kerja Sekolah Menengah Kejuruan, *Jurnal Pendidikan Vokasi*, Vol 5, Nomor 1, Februari, SMK Negeri 3, Yogyakarta
- Saputro, Y., Pramudyo, C. S., Jupriyanto, 2022, Analisis 5M (Man, Material, Machine, Money, Methode) Dalam Pengembangan Teknologi Pertahanan DI Indonesia (Studi Kasus: PT Len Industri), November, Yogyakarta.
- Suni, Y. P. K., et.al., 2021, Manajemen Sumber Daya Air Terpadu dalam Skala Global, Nasional dan Regional, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 10, No. 1, April, Yogyakarta
- Sistem dan Strategi Pengelolaan Sumber Daya Air, 2023, *Strategic Irrigation Modernization and Urgent Rehabilitation Project (SIMURP)*, Laporan Tahun 2023, PT. Duta Cipta Mandiri Engineering Consultant, Jakarta.
- Swara, N., Utomo, H. Y., Ridwan, D., Kurniawan, T., Budiantoro, S., Fauziyah, S., 2023, Penyusunan Program Pengelolaan Infrastruktur Adaptif terhadap Perubahan Iklim di DIR Belawang BWS Kalimantan III, *Pertemuan Ilmiah Tahunan ke-40 HATHI*, Lampung.
- Utama, A. A. G. S., 2020, Desain Sistem Informasi Melalui Analisis Input-Proses- Output, *Jurnal Riset Akuntansi Dan Bisnis Airlangga*, 4(1), 592–606, DOI <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.19822.64329>.
- UNEP, 2021, *Progress on Integrated Water Resources Management, Tracking SDG 6 series: global indicator 6.5.1 updates and acceleration needs*, ISBN 978-92-807-3878-0, Job No DEP/2376/NA, United Nations Environment Programme.
- Yuldashev, N.K., Nabokov, V.I., Nekrasov, K.V., Tursunov, B.O., 2020, Modernization and Intensification of Agriculture in The Republic of Uzbekistan. E3S Web of Conference Volume 222, *International Scientific and Practical Conference Development of The Agro-Industrial Complex in The Context of Robotization and Digilization of Production in Russia and Abroad*, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022206033>