

KAJIAN PENGEMBANGAN PENGELOLAAN SUMBERDAYA AIR PADA WILAYAH SUNGAI PROGO-OPAK SERANG DENGAN RIBASIM

Study of Water Resources Management Development in Progo-Opak-Serang River Basin using RIBASIM

Bambang Yulistiyanto¹⁾ dan Bambang Agus Kironoto²⁾

^{1), 2)} Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika 2 Yogyakarta; email : yulis@tsipil.ugm.ac.id dan kironoto12117@yahoo.co.id

ABSTRACT

Land use change in Progo-Opak-Serang (POS) River Basin has caused hydrologic behavior change, which it is shown by the flooding events during the rainy season, and the lack of water allocation during the dry season. To anticipate hydrologic behavior and water demand changes in the future, integrated water resources managements in Progo-Opak-Serang (POS) River Basin, should be elaborated in the arrangement as well as development program. Water resources allocations of the Progo-Opak-Serang (POS) River Basin at the present time (in the year of 2005) and in the future (i.e. in the year of 2015 and 2025) which are based on several difference development scenarios were analysed and modeled by using RIBASIM Software. Calculation of water resources allocation was carried out by dividing the POS River Basin area into 52 water districts. Water balance analysis show there is surplus of water in most of water districts in Progo-Opak-Serang River Basin during the rainy season, and some of them are shortage of water during the dry season. The highest water demand of POS River Basin is used for irrigation, which achieves to 82 % of total water demands, while for MDI (Municipal, Domestic, and Industry) achieves to 17.6 %, and fish pond, 0.4 %. By applying several scenarios of water resources development managements, i.e., by increasing the irrigation efficiency at about 5 %, rearranging the planting cultivation, and providing a new reservoir in down stream Progo River basin, i.e. Tinalah reservoir, the deficit of water balance during the dry season can be reduced significantly.

Keywords : water balance, water resources management, scenarios of water resources development, Ribasim

PENDAHULUAN

Wilayah Sungai (WS) Progo Opak Serang terdiri dari tiga buah sungai utama yaitu: Kali Progo, Kali Opak (dan Kali Oyo yang merupakan anak sungai utama K. Opak), dan Kali Serang. Sebagian besar dari areal wilayah sungai Progo Opak Serang berada di wilayah administrasi DIY dan Jawa Tengah.

Manajemen pengalokasian air yang ada saat ini belum optimal, dimana belum ada koordinasi antara pengambilan air di bagian hulu dengan pengambilan air di hilirnya. Ada kecenderungan pengambilan air di hulu berlebih, sehingga alokasi air di hilir, terutama pada musim kemarau, hanya mengandalkan *local inflow* saja. Hal ini dapat dilihat, pada musim kemarau pada sebagian besar bendung tidak ada air yang melimpas ke hilir, karena semua masuk ke pintu pengambilan. Sungai-sungai di WS Progo Opak Serang secara umum juga terdapat permasalahan besarnya fluktuasi debit sungai yang semakin besar yang merupakan indikator kurang baiknya pengelolaan DAS.

Seiring dengan keinginan pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, dan adanya peningkatan pemenuhan kebutuhan masyarakat, seperti peningkatan kebutuhan akan sarana permukiman, peningkatan daerah industri / perdagangan, perhubungan, perkantoran, pariwisata, dll., mengakibatkan perubahan fisiografi (tata guna) lahan yang berdampak pada perubahan perilaku hidrologis, terutama yang menyangkut pola distribusi aliran tahunan (*continuous flow behavior*) maupun pola aliran puncak (*peak flow behavior*).

Perubahan perilaku hidrologi dan perubahan fisiografi (tata guna) lahan telah menyebabkan perubahan pola ketersediaan air yang ditandai dengan fenomena banjir di beberapa kawasan pada musim hujan, dan kekeringan di musim kemarau. Sehubungan dengan itu perlu adanya suatu upaya pengaturan kembali pengelolaan dan pengembangan sumber daya air secara lebih terpadu, dengan memperhitungkan berbagai kemungkinan perubahan di masa yang akan datang.

METODE PENELITIAN

Langkah kegiatan kajian imbalan air dan upaya pengembangan dapat diuraikan sebagai berikut ini.

Dalam melakukan kajian imbalan air diperlukan data sekunder berupa :

1. data hujan, dievaluasi dari 126 stasiun hujan yang menyebar di WS Progo Opak Serang, dengan periode pencatatan terpanjang tahun 1970 s/d 2004,
2. data klimatologi, dievaluasi dari 5 stasiun klimatologi,
3. data aliran, dievaluasi dari data debit yang diperoleh dari 30 stasiun pencatat debit (AWLR),
4. data penduduk,
5. peta-peta informasi lahan diperoleh dari analisis peta topografi digital Bakosurtanal, Tahun 2001 dan 2004, dan
6. data skenario pengembangan ke depan (isu-isu pengembangan) yang diperoleh dari berbagai sumber informasi, baik yang sifatnya sedang dalam proses realisasi, maupun yang masih dalam wacana pengembangan.

Dalam analisis neraca air (perhitungan keseimbangan dan alokasi air), WS Progo Opak Serang dibagi menjadi sejumlah *Water District* (Daerah Pelayanan Air). Pembagian *Water District* di WS Progo Opak Serang dilakukan dengan memperhatikan lokasi bangunan air (bendung, waduk), daerah irigasi yang dilayani, dan saluran-saluran suplesi seperti Saluran Induk Progo Manggis, Saluran Mataram, dan Saluran Kalibawang. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka WS Progo Opak Serang dibagi menjadi 52 *Water District*, yang terdiri dari 31 *Water District* di DAS Progo, 8 *Water District* di DAS Serang, 8 *Water District* di DAS Opak, dan 5 *Water District* di DAS Oyo.

Dalam melakukan kegiatan analisis, ketersediaan air dalam pengertian sumberdaya air dapat berasal dari ketersediaan air hujan (atmosferik), air permukaan, dan air tanah. Pencatatan hujan pada stasiun hujan umumnya lebih mudah di dapat dari pada data debit dari AWLR, sehubungan dengan itu dilakukan kalibrasi hujan-aliran dengan *Model Mock*. Data hujan yang digunakan untuk kalibrasi yaitu data dari sub-das/daerah pelayanan yang mempunyai data hujan dan aliran yang mempunyai rentang waktu yang sama.

Analisa kebutuhan air baku meliputi kebutuhan air untuk domestik, non-domestik dan industri. Jenis kebutuhan air tersebut antara lain kebutuhan untuk air minum, rumah tangga, pelayanan listrik, komersial, kantor-kantor; dan

kebutuhan air untuk industri-industri. Kebutuhan air yang lain meliputi: industri besar, pemeliharaan sungai, peternakan, perikanan, dan irigasi.

Dalam analisis lahan digunakan bantuan *software Arc View (GIS)*, yang digunakan antara lain untuk analisis *data base*, posisi kebutuhan air dalam *water district*, serta proyeksi jumlah penduduk dalam *water district*.

Simulasi alokasi air di WS POS dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak *DSS RIBASIM*. Kondisi imbalan air disamping disimulasikan pada kondisi eksisting (Tahun 2005), juga dikaji beberapa skenario pengembangan pemanfaatan sumberdaya air dengan mempertimbangkan proyeksi kebutuhan air untuk irigasi dan non-irigasi (utamanya perusahaan PDAM dan pemenuhan kebutuhan bagi industri, untuk mengurangi tekanan penggunaan air tanah) untuk tahun 2010 dan 2025 dengan skenario pengembangan sebagai berikut ini.

1. Skenario 1 : Kondisi Tahun 2010 dimana terjadi perubahan jumlah penduduk, perubahan luas sawah, efisiensi irigasi tetap, pola tanam, dan tata tanam tetap.
2. Skenario 2 : Skenario 1 + peningkatan efisiensi irigasi sekitar 5 %.
3. Skenario 3 : Skenario 2 + ada pengurangan ketersediaan air permukaan karena ada pengambilan air dari sumber-sumber air di Magelang sebesar 2 m³/dt, dan pengambilan air baku dari Kali Progo untuk Kawasan Industri Sentolo sebesar 0,5 m³/dt.
4. Skenario 4 : Kondisi tahun 2025 dengan kondisi sama dengan Skenario 3 dengan perubahan jumlah penduduk, perubahan luas sawah disesuaikan dengan proyeksi keadaan tahun 2025
5. Skenario 5 : Skenario 4 + dengan pola dan tata tanam yang teratur (Padi-Padi Polowijo)
6. Skenario 6 : Skenario 5 + pembangunan Waduk Tinalah di DAS Progo hilir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Alokasi Air

Pemodelan ketersediaan dan kebutuhan air dengan RIBASIM dilakukan sebagai berikut ini.

- Ketersediaan air berasal dari air permukaan dan air tanah. Air permukaan yang berasal dari air hujan dalam DSS RIBASIM dibedakan sebagai aliran *run-off* dan aliran *base-flow*, yang besarnya dapat dianalisa dengan Model Mock. Aliran permukaan ini dimasukkan sebagai input data dalam

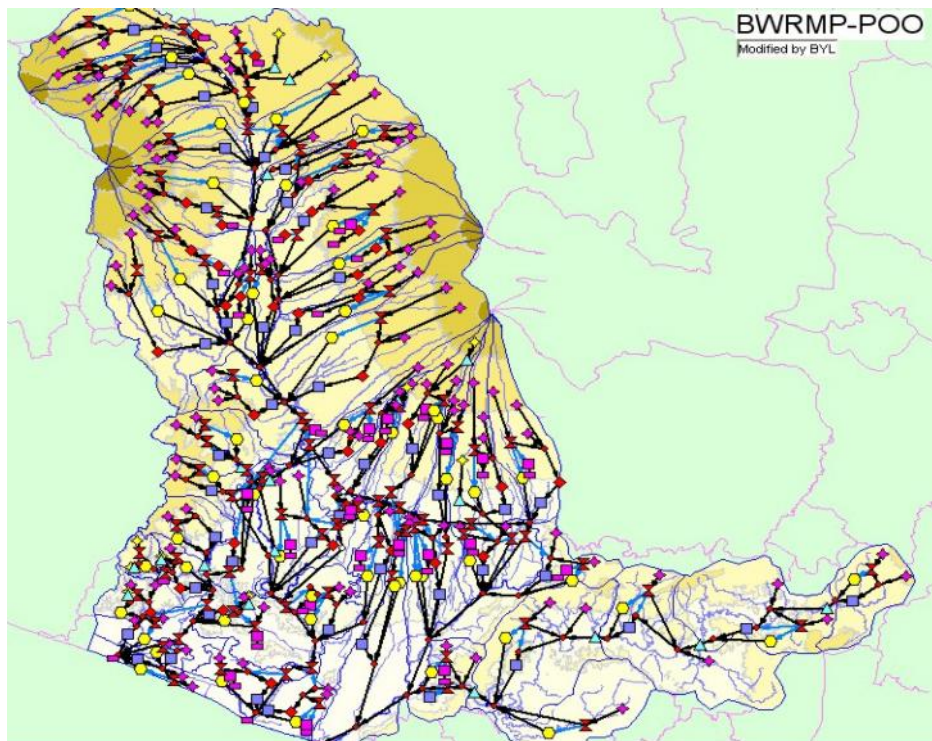
mensimulasi aliran *run-off* maupun *base flow* ke dalam *Variable Inflow Node*.

- pemodelan kebutuhan air irigasi disimulasikan dengan *Advanced Irrigation Node*.
- Kebutuhan air *RKI* dalam DSS RIBASIM di skematisasi dalam jaringan dengan *Public Water Supply Node*.

Skematisasi Jaringan pada RIBASIM

Skematisasi wilayah sungai disusun sedemikian rupa sehingga ketersediaan air pada

setiap bangunan kontrol dan bangunan pengambilan utama telah terwakili. Gambar 1 berikut ini memberikan Sistem Jaringan untuk semua *Water-District* di WS Progo Opak Serang. Pada gambar tersebut diperlihatkan sistem jaringan dan penggunaan titik-titik tertentu yang dipakai untuk memodelkan bangunan-bangunan air dan ketersediaan air di setiap *water district*. Dengan bantuan *software* RIBASIM disimulasikan alokasi air di WS Progo Opak Serang. Hasil *Running* RIBASIM dapat dijelaskan berikut ini.



Gambar 1. Skematisasi Jaringan pada RIBASIM

Debit Air di Kali Progo

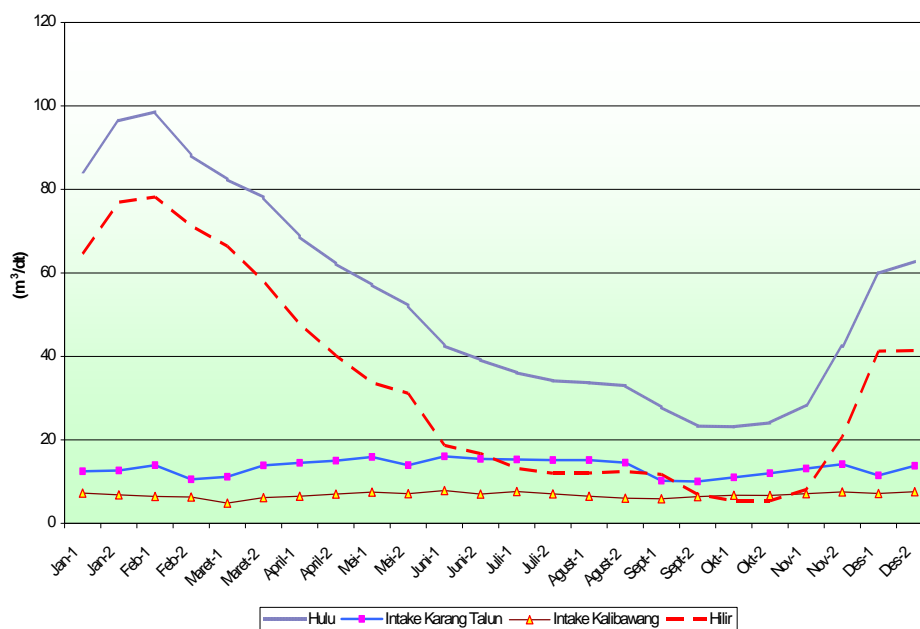
Pada Gambar 2 diberikan debit aliran pada Kali Progo di lokasi Bendung Karang Talun yang merupakan hasil simulasi dengan RIBASIM. Pada Bendung Karang Talun terdapat dua pengambilan, yaitu pengambilan untuk Saluran Kalibawang, dan pengambilan air untuk Karang Talun (Saluran Mataram), juga diberikan debit di hulu dan hilir bendung serta besarnya pengambilan di kedua *intake* tersebut. Besarnya debit di Karang Talun pada musim kemarau bisa mencapai sekitar 22 m³/dt, sementara di bagian hilir bendung, debit air mencapai sekitar 6 m³/dt, tergantung besarnya

pengambilan air di Saluran Kalibawang dan Saluran Mataram.

Kebutuhan Air

Hasil analisa kebutuhan air irigasi dan non irigasi dengan RIBASIM di WS Progo Opak Serang diberikan pada Tabel 1, dimana diperlihatkan menurunnya kebutuhan air untuk irigasi pada tahun-tahun prediksi yang disebabkan oleh menyusutnya luas areal irigasi dan meningkatnya efisiensi irigasi. Secara lebih detail perubahan kebutuhan air irigasi tersebut diberikan pada sub-sub WS/DAS di WS Progo Opak Serang, seperti diberikan pada Tabel 2.

Kondisi Debit di Bd Karang Talun



Gambar 2 Kondisi Debit Aliran di Bendung Karang Talun

Tabel 1. Kebutuhan air hasil Analisa dengan RIBASIM

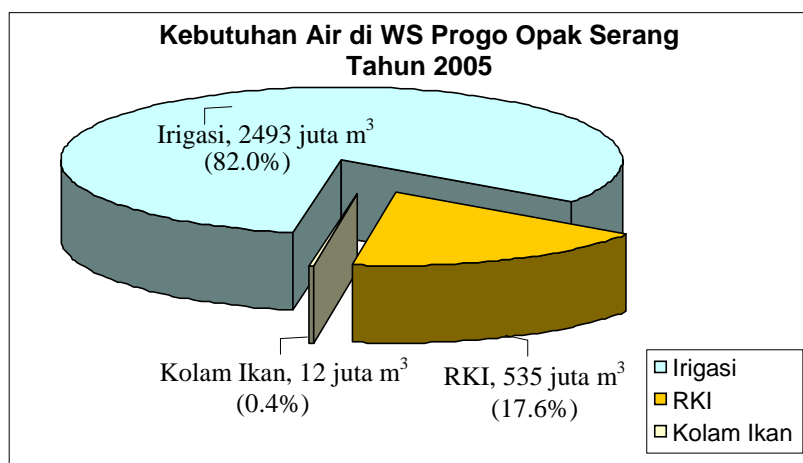
Jenis Kebutuhan	Kebutuhan Air (Juta m ³ /th)						
	Th 2005	Tahun 2010			Tahun 2025		
		Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5	Skenario 6
Irigasi	2493	2388	2107	2114	2019	1575	1562
RKI	534	559	559	559	400	400	400
Kolam Ikan	12	12	12	12	12	12	12
Total	3039	2959	2678	2685	2430	1987	1974

Tabel 2. Kebutuhan Air Irigasi di sub-sub WS /DAS Progo Opak Serang

Sub WS / DAS	Kebutuhan Irigasi (Juta m ³ /th)						
	Tahun 2005	Tahun 2010			Tahun 2025		
		Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5	Skenario 6
Opak Hilir	632,1	597,0	546,6	547,1	522,1	397,8	384,9
Serang	251,5	241,4	212,0	211,8	208,8	174,1	174,1
Oyo	103,7	101,8	91,6	91,6	88,0	69,5	69,5
Opak hulu	402,6	372,6	313,0	313,0	300,3	252,5	252,5
Progo hilir	98,0	88,3	81,4	81,4	82,0	66,1	66,1
Progo hulu	1004,8	986,5	862,1	868,6	817,3	614,9	614,9
Total	2492,7	2387,6	2106,7	2113,6	2018,5	1574,9	1562,0

(sumber : hasil analisa dengan RIBASIM)bu

tuh



Gambar 3. Kebutuhan Air di WS Progo Opak Serang untuk Tahun 2005

Dari hasil analisa kebutuhan air dengan bantuan software RIBASIM, dapat diketahui bahwa kebutuhan air terbesar dipakai untuk irigasi, yang mencapai 82 % dari kebutuhan air total di WS Progo Opak Serang. Pada Gambar 3 diperlihatkan besarnya kebutuhan air irigasi dan non-irigasi (RKI, kolam ikan, ternak, penggelontoran kota, dan pengambilan PDAM) untuk Tahun 2005.

Imbangan Air

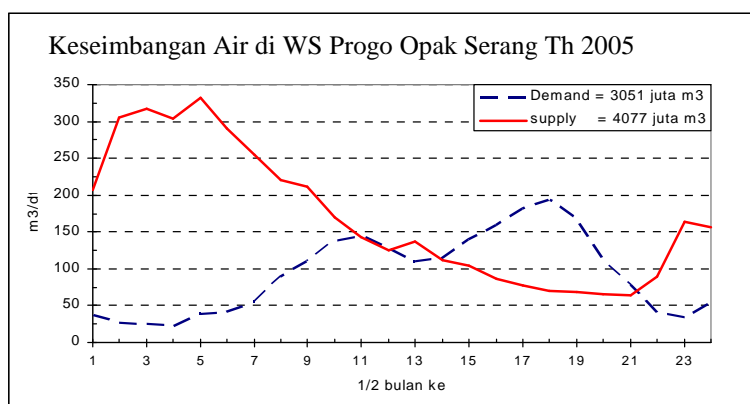
Dengan bantuan software RIBASIM selanjutnya dihitung imbangan air (kebutuhan dan alokasi air) untuk masing-masing jenis kebutuhan air, di masing-masing water district. Secara keseluruhan di WS POS, kondisi ketersediaan dan kebutuhan air Tahun 2005 dapat diberikan pada Gambar 4.

Untuk melihat lebih detail kondisi keseimbangan air di WS POS, pada kajian keseimbangan air ini dipilih hasil imbangan air di

salah satu water district yaitu, Water District Jombor dan Water District Van Der Wijck.

Water District Jombor, dipilih untuk mewakili water district yang berada di bagian hulu. Gambar 5 memberikan pemenuhan kebutuhan air irigasi di Water District Jombor. Pemenuhan kebutuhan air irigasi pada sawah-sawah yang ada di hulu (terutama Progo Hulu dan Opak Hulu, terutama pada musim kemarau, sebagian dipenuhi oleh mata air yang banyak dijumpai di daerah tersebut. Mengingat data mata air yang tersebar di *water district* bagian hulu tidak terinventarisasi, baik lokasi maupun debitnya, maka dalam simulasi Ribasim besarnya debit mata air di *water district* diinputkan sedemikian rupa sehingga pemenuhan kebutuhan irigasi berada di atas 60%.

Pada Gambar tersebut juga diperlihatkan kondisi *supply-demand* di *water district* Jombor, dimana pada masa tanam ketiga masih terjadi defisit air. Pada gambar tersebut juga ditunjukkan bahwa pada masa tanam ke-3, ketersediaan air yang ada hanya mampu mengairi sekitar 62 % dari luas sawah baku yang ada di *Water District* Jombor.



Gambar 4. Keseimbangan Air Total di WS Progo Opak Serang (Th 2005)

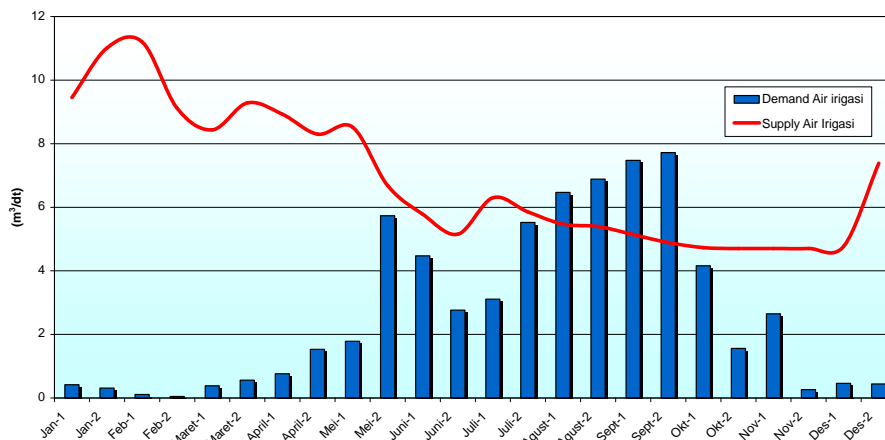
Dengan demikian pada *Water District* Jombor mempunyai intensitas tanam sebesar 262. Untuk kebutuhan *RKI* di *Water District* Jombor, yang mengambil dari air tanah, tingkat pemenuhan kebutuhan air *RKI* dapat mencapai 100 %

Water District Van Der Wijck, dipilih untuk mewakili *water district* yang mendapat suplesi air dari Saluran Mataram di bagian hulu. Gambar 6 memberikan pemenuhan kebutuhan air irigasi di *Water District* Van Der Wijck, dimana ditunjukkan besar debit ketersediaan dan kebutuhan air irigasi di *Water District* Van Der Wijck. Limpasan air, yang merupakan sisa air yang tidak termanfaatkan, akan menjadi debit suplesi ke daerah hilir, dalam hal ini masuk ke Sungai Progo. Pada Gambar 6b tersebut, tampak bahwa ketersediaan air yang ada mampu

mengairi luas sawah yang ada di *Water District* Van Der Wijck, kecuali pada masa tanam ketiga dimana hanya 58 % sawah yang terairi. Kebutuhan air untuk kolam ikan, yang dalam hal ini diasumsikan konstan sepanjang tahun di *WD* Van Der Wijck sebesar 0,02 m³/th. Mengingat kondisi yang ada saat ini untuk sebagian besar kolam ikan menggunakan air dari saluran irigasi, sehingga tingkat pemenuhannya tercukupi 100 %.

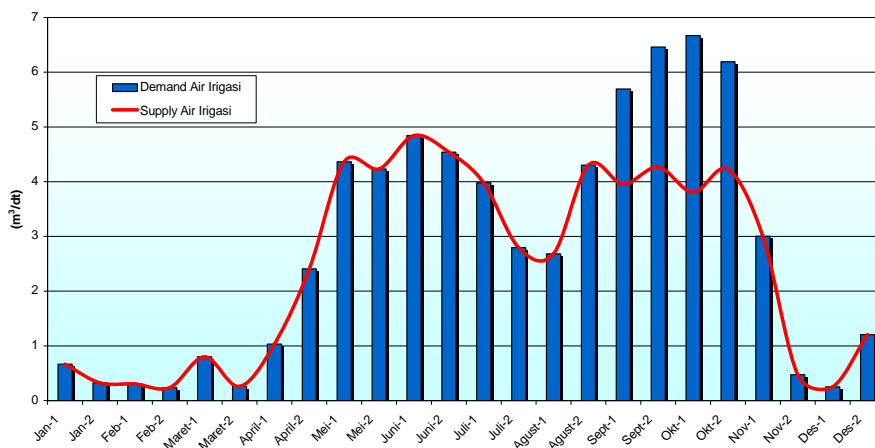
Hasil analisis imbalan air untuk *water district* yang lain diberikan pada Gambar 7 dan Gambar 8 untuk Sub DAS Progo hilir dan Sub DAS Opak. Hasil alokasi air untuk sub WS progo hulu, Serang dan Oyo juga dikaji dengan RIBASIM, akan tetapi tidak ditampilkan dalam tulisan ini.

Supply dan Demand Air Irigasi WD Jombor

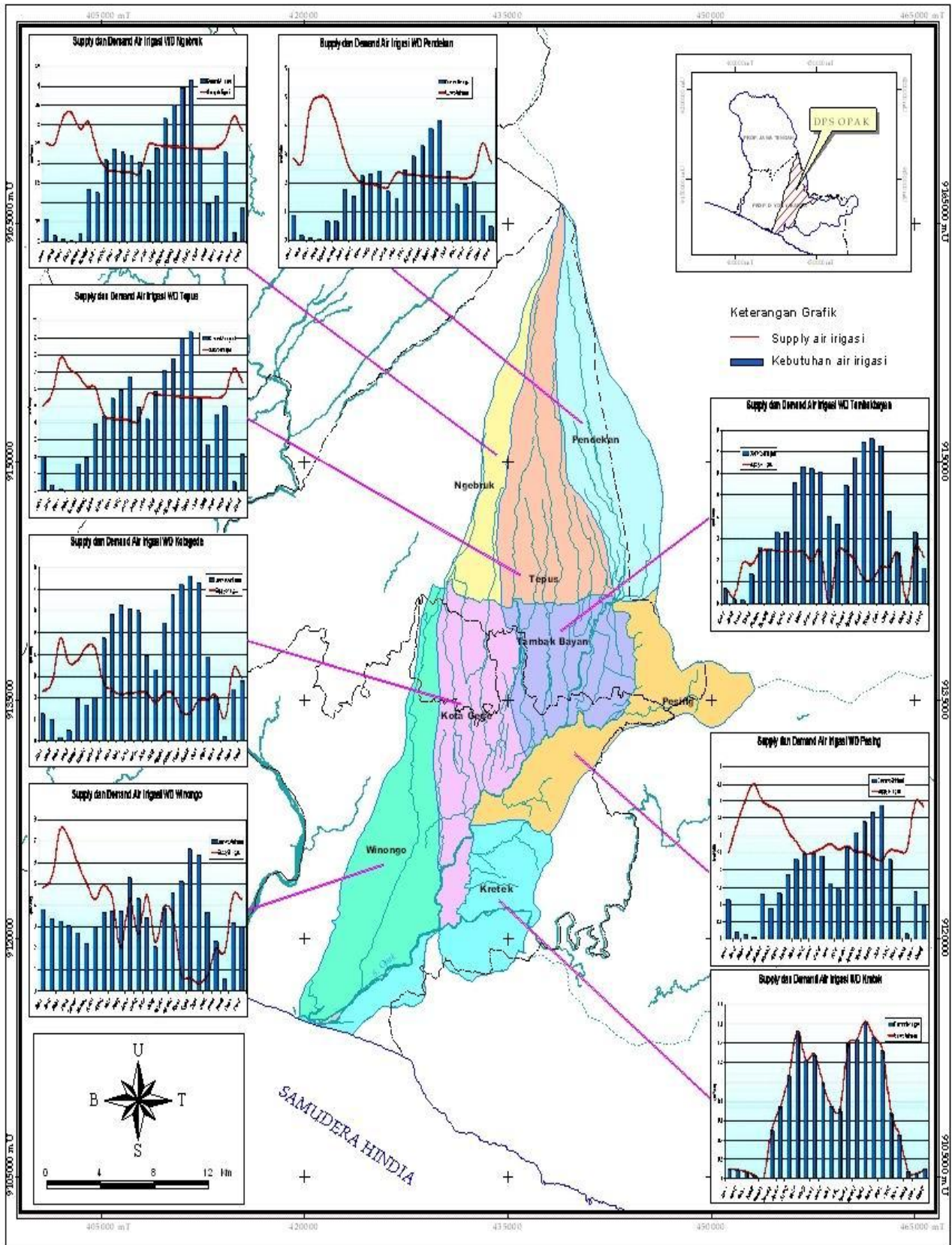


Gambar 5. Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi di *Water District* Jombor.

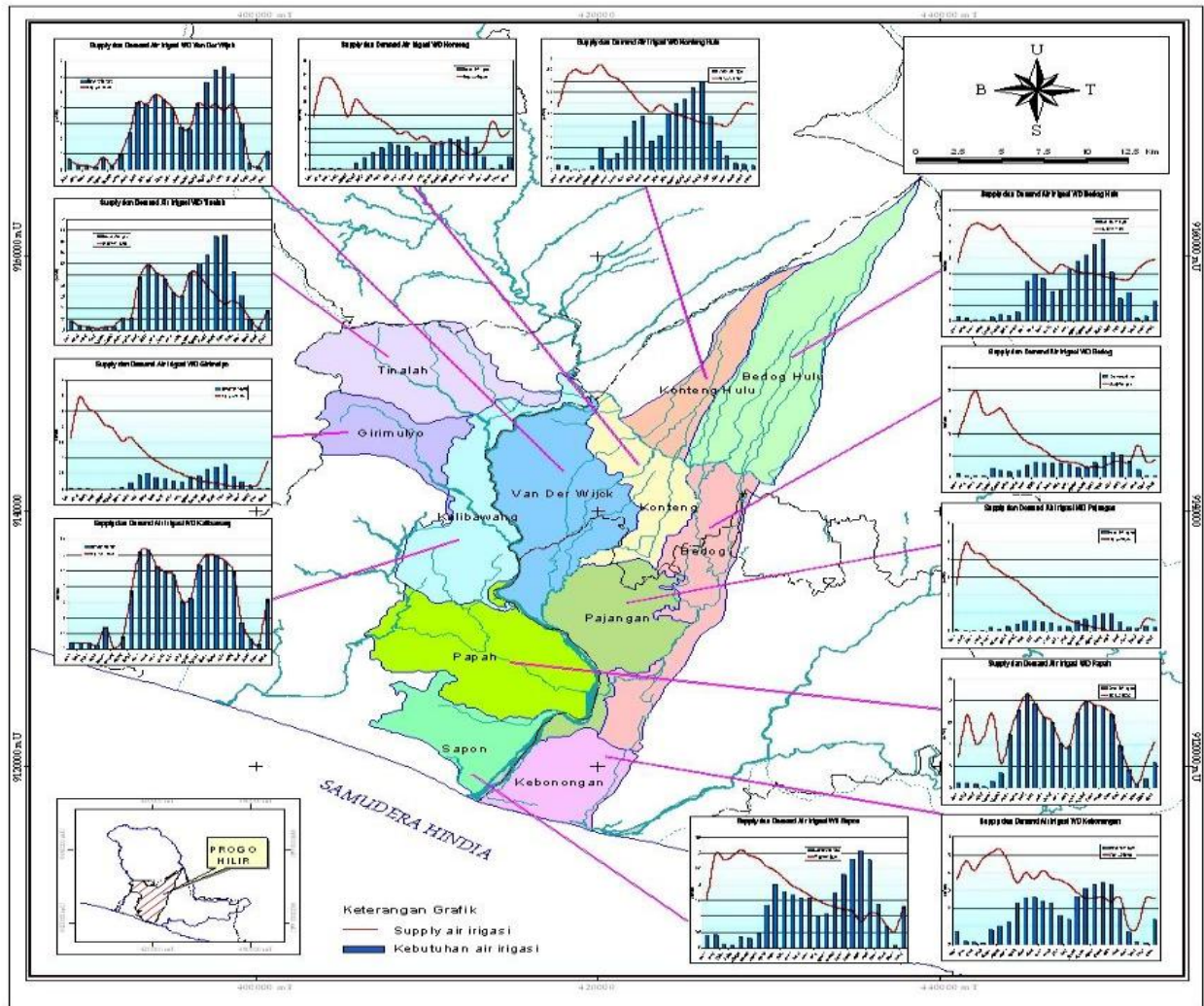
Supply dan Demand Air Irigasi WD Van Der Wijck



Gambar 6. Ketersediaan Ai dan Kebutuhan Air Irigasi di *Water District* Van Der Wijck



Gambar 7. Ketersediaan Air dan Kebutuhan Air Irigasi pada Beberapa Water District di Sub DAS Opak



Gambar 8. Ketersediaan Air dan Kebutuhan Air Irigasi pada Beberapa *Water District* di Sub DAS Progo hilir

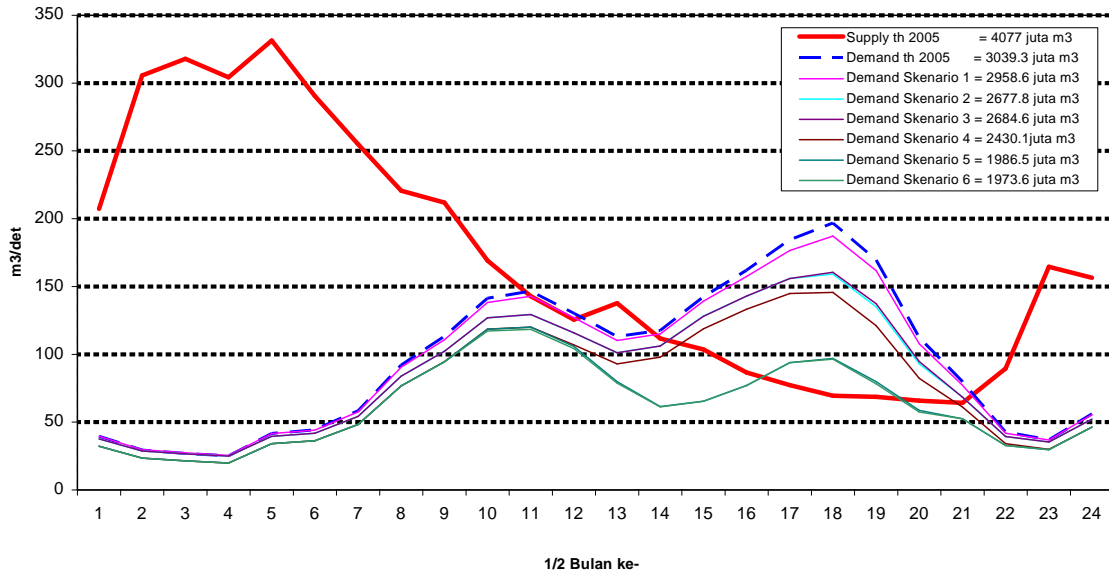
Keseimbangan air pada Th. 2010 dan Th. 2025 di WS Progo Opak Serang diberikan pada Gambar 4. Pada gambar tersebut juga diperlihatkan kondisi ketersediaan air di WS Progo Opak Serang, yang diasumsikan konstan. Dari gambar tersebut, terlihat bahwa terjadi penurunan kebutuhan air total pada Skenario 2, 4, dan Skenario 6, yang meliputi kebutuhan air irigasi dan non irigasi (RKI, kolam ikan, ternak, penggelontoran kota dan pengambilan PDAM); dengan asumsi ketersediaan air tidak berubah, terlihat bahwa pada musim kemarau, defisit air masih tetap terjadi.

Gambar 9 memberikan perbandingan kebutuhan air di WS Progo Opak Serang untuk Skenario 1 sampai dengan Skenario 6; dimana juga ditampilkan kebutuhan air pada Tahun 2005.

Pada gambar tersebut juga diperlihatkan bahwa kondisi kebutuhan air di WS Progo Opak Serang

pada Skenario 2, dan Skenario 3 tidak berubah secara signifikan (lihat Gambar 9, dimana kedua Skenario tersebut ditunjukkan dengan kurva yang hampir berimpit). Hal ini menunjukkan bahwa adanya rencana pengambilan air dari Kali Progo untuk PDAM Kartamantul sebesar $2 \text{ m}^3/\text{th}$, tidak banyak berpengaruh terhadap kebutuhan air secara keseluruhan di WS Progo Opak Serang. Pengaruh pengambilan air untuk PDAM tersebut hanya berakibat pada menurunnya tingkat pemenuhan kebutuhan air irigasi pada beberapa *water district* yang mendapat suplesi air dari Selokan Mataram.

Kondisi yang sama juga diperlihatkan pada Skenario 5 dan 6, pada Gambar 9 kurvanya hampir berimpit, yang menunjukkan pembangunan Waduk Tinalah tidak memberikan pengaruh yang besar pada keseimbangan air di WS Progo Opak Serang secara keseluruhan.

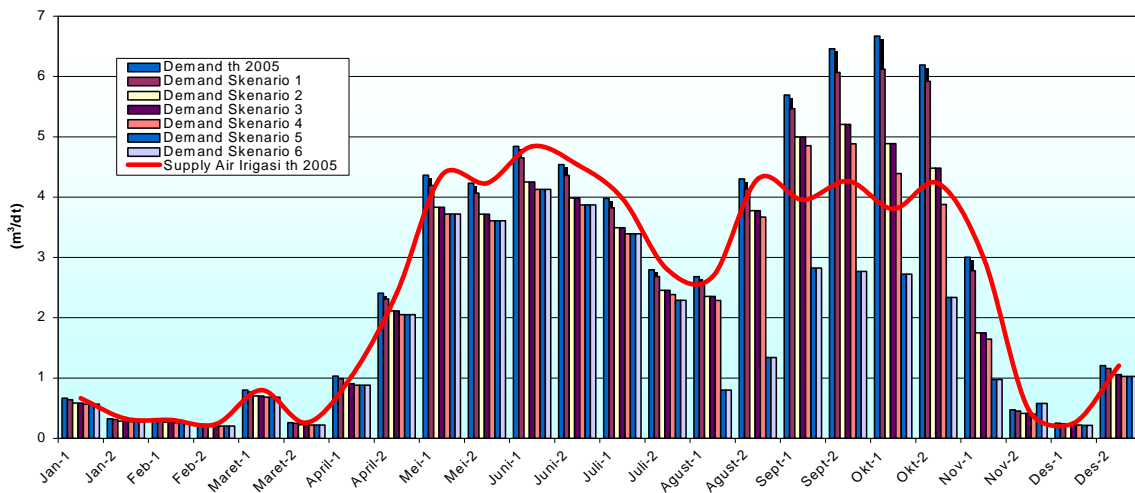


Gambar 9. Imbalance Air di WS Progo Opak Serang Th 2005, 2010, dan 2025

Untuk memberikan penjelasan lebih detail tentang kondisi keseimbangan air, berikut ini diberikan contoh perubahan kondisi keseimbangan air untuk tahun 2005 dan 6 Skenario untuk salah satu *water district*, yaitu WD Van Der Wijck. WD Van Der Wijck, dipilih untuk mewakili *water district* yang mendapat suplesi air dari Selokan Mataram di bagian hulu. Gambar 10 memberikan *supply-demand* air irigasi di WD Van Der Wijck, dimana diperlihatkan terjadi defisit pada musim tanam ketiga pada tahun 2005 dan tahun 2010, sedangkan pada

Skenario 5 (dengan pola tanam Padi-Padi-Polowijo pada seluruh luasan sawah yang ada) kebutuhan air irigasi di WD Van Der Wijck terpenuhi 100%. Kondisi pemenuhan kebutuhan air non irigasi (RKI dan kolam ikan) secara umum terpenuhi karena disamping kebutuhan non irigasi tidak besar (sekitar 10-20 % dari kebutuhan air total), juga dalam RIBASIM diberikan prioritas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kebutuhan air irigasi (UU. SDA No. 7 Th. 2004).

Supply dan Demand Air Irigasi WD Van Der Wijck



Gambar 10. Ketersediaan dan Kebutuhan Air Irigasi di WD Van Der Wijck untuk Beberapa Skenario Pengembangan

Kondisi ketersediaan air di WS Progo Opak Serang mengalami fluktuasi debit yang besar antara debit pada musim kemarau dan debit pada musim hujan. Pada musim hujan ketersediaan air yang ada sangat besar dan jauh melebihi kebutuhan air yang ada, dan pada beberapa lokasi menyebabkan banjir. Sedangkan pada musim kemarau terjadi kekurangan air. Kondisi defisit air irigasi tersebut untuk tiap *water district* diberikan pada Tabel 3. Pada tabel tersebut diperlihatkan bahwa defisit air irigasi menurun cukup signifikan dari tahun 2005 ke skenario 1, yang disebabkan menyusutnya luas sawah sehingga kebutuhan air irigasi berkurang. Pada Skenario 2 defisit air irigasi juga semakin berkurang dengan adanya upaya peningkatan efisiensi irigasi. Sedangkan pada Skenario 3 terjadi peningkatan defisit air irigasi dibandingkan pada

Skenario 2. Hal ini disebabkan oleh adanya pengurangan debit Kali Progo karena adanya pengambilan air dari mata air di Magelang sebesar 2 m³/dt untuk PDAM Kartamantul. Pada Skenario 4 diperlihatkan berkurangnya defisit air irigasi pada Tahun 2025 dibandingkan pada Tahun 2010 (Skenario 3). Pengurangan defisit air yang cukup signifikan diperlihatkan pada Skenario 5, dimana diterapkan pola tanam Padi-Padi-Polowijo. Pada Skenario 6 disimulasikan kondisi dimana ada waduk Tinalah, dimana diperlihatkan adanya Waduk Tinalah hanya berpengaruh pada pengurangan defisit air di beberapa *water district* di selatan Selokan Mataram. Kondisi defisit air irigasi untuk masing-masing *water district* juga ditunjukkan dalam bentuk jumlah ½ bulanan defisit.

Tabel 3. Defisit Air di WS POS (dalam satuan debit m³/dt dan dalam ½ bulanan defisit)

Satuan	Defisit Air Irigasi di 52 Water District						
	Tahun 2005	Tahun 2010			Tahun 2025		
		Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5	Skenario 6
Juta m ³ /th	412,08	345,66	227,15	236,63	176,36	67,57	39,3
Jumlah ½ bulanan defisit air	180	162	112	114	88	58	47

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada MEE dan Dinas Kimpraswil DIY atas penyediaan dana dan pengadaan *software* RIBASIM untuk kegiatan studi ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada para asisten yang telah membantu proses analisis data, terutama kepada Sdr. Diani Rahman, Amd, Fachrudin Hanafi, S.Si, Adi Satya, S.T., dan Arvandi, S.T.

KESIMPULAN

Dari hasil kajian dalam studi ini dapat diperoleh beberapa disimpulkan sebagai berikut ini.

- Alokasi air di WS POS disimulasikan dengan *software* RIBASIM untuk kondisi eksisting (Th 2005) dan skenario pengembangan pada 10 dan 20 tahun mendatang.
- Kebutuhan air di WS POS sebagian besar dipakai untuk kebutuhan irigasi, yang mencapai 82 % dari total kebutuhan, sedangkan RKI membutuhkan 17,6 %, dan kolam ikan mencapai 0,4 %.

- Kondisi Imbangan air di WS POS, menunjukkan surplus air pada musim penghujan dan defisit air pada musim kemarau (Gambar 4).
- Dengan menerapkan beberapa alternatif skenario pengembangan pemanfaatan sumberdaya air, besarnya defisit air selama musim kemarau dapat berkurang.

DAFTAR PUSTAKA

- European Union dan Dinas Kimpraswil DIY, 2005, Laporan Penunjang Penyusunan Rencana Induk PSDA WS Progo-Opak-Oyo, BWRP WS Progo Opak Oyo, Yogyakarta.
- Indra Karya, PT., 2003, Studi Pengembangan SWS Progo-Opak-Oyo Propinsi DIY, Yogyakarta.
- Korgt Der Van W.N.M., 2003a, *RIBASIM Version 6.31.*, User manual, Delft Hydraulics, Delft, the Netherlands.
- Korgt Der Van W.N.M., 2003b, *RIBASIM Version 6.31.*, Technical Reference Manual, Delft Hydraulics, Delft, the Netherlands

- Unit Perencanaan DIY, 2004, Laporan
Pendahuluan Studi BWRP SWS
Progo-Opak-Oyo Propinsi DIY
- Unit Perencanaan Jawa-Tengah, 2002, Laporan
Reconnaissance BWRP SWS Progo Propinsi
Jawa Tengah.
- UU SDA, No 7 Tahun 2004.