

MODEL SISTEM  
**PENGEMBANGAN SISTEM MANAJEMEN OPERASI  
IRIGASI**

*OUTPUT* KEGIATAN  
PENGEMBANGAN SISTEM MANAJEMEN OPERASI IRIGAS



DESEMBER, 2014



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR**

Jalan Ir. H. Juanda 193 Bandung 40135. Telp.: (022) 2501083, 2504035, 250 1554, 250 0507;  
Fax.: 022 - 250 0163 . PO Box 841 . E-mail: [pusat@pusair-pu.go.id](mailto:pusat@pusair-pu.go.id) . [Http://www.pusair-pu.go.id](http://www.pusair-pu.go.id)

MODEL SISTEM  
**PENGEMBANGAN SISTEM MANAJEMEN OPERASI  
IRIGASI**

*OUTPUT* KEGIATAN  
PENGEMBANGAN SISTEM MANAJEMEN OPERASI IRIGAS



DESEMBER, 2014



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR**

Jalan Ir. H. Juanda 193 Bandung 40135. Telp.: (022) 2501083, 2504035, 250 1554, 250 0507;  
Fax.: 022 - 250 0163 . PO Box 841 . E-mail: [pusat@pusair-pu.go.id](mailto:pusat@pusair-pu.go.id) . [Http://www.pusair-pu.go.id](http://www.pusair-pu.go.id)

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karuniaNya kegiatan Pengembangan Sistem Manajemen Operasi Irigasi yang dilaksanakan Balai Irigasi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Badan Litbang Kementerian Pekerjaan Umum DIPA tahun anggaran 2014, dapat diselesaikan.

Buku output ini merupakan hasil dari kegiatan Pengembangan Sistem Manajemen Operasi Irigasi yang menyajikan bentuk aplikasi pelaporan operasi irigasi yang mampu dan efektif mendukung operasi irigasi, sehingga pembagian air irigasi diharapkan dapat dilakukan mendekati tepat jumlah dan tepat waktu, dapat membantu dan mempercepat proses komunikasi antara petani pengguna air, petugas di lapangan dan instansi pemerintah yang menangani irigasi. Buku ini disusun oleh Aditya Prihantoko, ST., Subari, ME, Widya Utaminingsih, SP di bawah bimbingan Kepala Balai Irigasi.

Buku ini menjadi sebuah Model Sistem pengembangan Sistem Manajemen Operasi Irigasi yang ditujukan untuk pengelola irigasi pusat, propinsi maupun kabupaten/kota.

Kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya kegiatan litbang Pengembangan Sistem Manajemen Operasi Irigasi terutama pada penyusunan *Output* ini, diucapkan terima kasih.

Bandung, Desember 2014  
Kepala Pusat Litbang Sumber Daya Air



*Dr. Ir. Suprpto, M. Eng.*  
NIP.19570507 198301 1 001

## **TIM PENYUSUN**

Aditya Prihantoko, ST  
Subari, ME  
Widya Utaminingsih, SP

## RINGKASAN

Pola tanam dalam satu daerah irigasi cenderung terdiversifikasi menyesuaikan dengan permintaan pasar. Oleh karena itu, sistem irigasi perlu dimodifikasi sedemikian rupa sehingga bersifat irigasi produktif (berorientasi untuk peningkatan produksi). Irigasi produktif lebih mengakomodasi diversifikasi tanaman yang sangat diperlukan untuk mengantisipasi perkembangan ekonomi global yang digerakkan oleh permintaan pasar. Karakteristik utama dari perubahan ini adalah perubahan manajemen irigasi dari gerak pasok (*supply driven*) menjadi gerak permintaan (*demand driven*) atas dasar pelayanan yang bersifat polisentrisitas.

Perubahan ini tentu saja perlu didukung oleh infrastruktur, kelembagaan dan institusi yang memadai. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan mengintegrasikan teknologi irigasi tepat waktu dan instrumentasi ke dalam jaringan irigasi. Penelitian dilakukan dalam bentuk desain dan pengembangan berdasarkan output yang telah disusun pada penelitian tahun sebelumnya. Model sistem yang dihasilkan kemudian dilakukan uji coba dan dievaluasi kinerjanya.

Pengembangan Sistem Manajemen Operasi Irigasi (SMOI) bertujuan untuk mendapatkan bentuk aplikasi pelaporan operasi irigasi yang mampu dan efektif mendukung operasi irigasi, sehingga pembagian irigasi diharapkan dapat dilakukan mendekati tepat jumlah dan tepat waktu, dapat membantu dan mempercepat proses komunikasi antara petani pengguna air, petugas di lapangan dan instansi pemerintah yang menangani irigasi. Dalam output ini dibahas mengenai pengembangan aplikasi pada SMOI, pengujian kinerja SMOI serta evaluasi hasil kinerjanya. Pengujian kinerja SMOI dilakukan pada beberapa daerah irigasi yaitu Daerah Irigasi Boro, Purworejo dan Daerah Irigasi Tajum, Banyumas. Dari ujicoba kinerja SMOI di beberapa daerah irigasi ini, dapat dievaluasi kinerja SMOI. Tingkat keberterimaan SMOI menunjukkan bahwa manfaat SMOI lebih dominan daripada kesulitan yang dihadapi.

Hasil pengembangan SMOI memungkinkan pilihan periode pelaporan 7 harian, 10 harian, dan 15 harian. Program perhitungan nilai satuan kebutuhan air di blangko 05-O berdasarkan data alat *Automatic Wheater Station* (AWS) yang berfungsi untuk mengambil data. Metode perhitungan air menggunakan metode Net Field Requirement (NFR) serta metode LPR – FPR (Luas Palawija Relatif – Faktor Palawija Relatif) khusus untuk Jawa Timur. Fitur keamanan data dilengkapi dengan verifikasi blangko dalam setiap tingkatan kewenangan.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
TIM PENYUSUN .....	ii
RINGKASAN .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL .....	vi
DAFTAR ISTILAH .....	vi
DAFTAR SINGKATAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
BAB II LANDASAN TEORI .....	3
BAB III RANCANGAN SISTEM MANAJEMEN.....	5
OPERASI IRIGASI (SMOI).....	5
3.1. Operasi Irigasi Saat Ini .....	5
3.2. Rancangan Aplikasi Sistem Manajemen Operasi Irigasi (SMOI).....	7
3.3. Pengembangan Aplikasi SMOI .....	8
BAB IV PROSEDUR UJICoba DAN EVALUASI.....	10
4.1 Pengembangan SMOI .....	10
4.2 Ujicoba SMOI .....	36
4.3 Evaluasi SMOI .....	36
BAB V PENUTUP .....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Gambaran Salah Satu Operasi Irigasi Berbasis SMS (Hornbuckle et. al., 2009) .....	3
Gambar 2 Alir Informasi dari Lapang ke Pusat Operasional Pengelolaan Air (OMIS ver 7.00) (Kalsim, 2011 dalam Direktorat Irigasi dan Rawa 2011) .....	4
Gambar 3 Bagan Alir Operasi Irigasi (Permen PU No. 32/PRT/M/2007) .....	5
Gambar 4 Rancangan Sistem Manajemen Operasi Irigasi .....	8
Gambar 5. Koneksi AWS dengan Mikrokontroler dan Server .....	10
Gambar 6. Instalasi Hardware Mikrokontroler .....	11
Gambar 7. Tampilan Data Hasil Koneksi AWS .....	12
Gambar 8. Tampilan Saat Pertama Kali Mengakses SMOI Melalui PC .....	13
Gambar 9. Tampilan Menu Administrator .....	13
Gambar 10. Tampilan Edit Pegawai dan Data Acuan Pegawai oleh Administrator .....	14
Gambar 11. Tampilan Menu Kasi Operasi Kabupaten .....	15
Gambar 12. Tampilan Menu Administrator .....	16
Gambar 13. Tampilan Kelola Data Kepegawaian .....	16
Gambar 14. Contoh Daftar Nama Pegawai Dalam Menu Kelola Data Pegawai .....	17
Gambar 15. Contoh Tampilan Edit Pegawai .....	17
Gambar 16. Contoh Kotak Dialog Edit NIP Pegawai .....	18
Gambar 17. Tampilan Pemilihan Daerah Irigasi Untuk Petugas Ranting .....	18
Gambar 18. Tampilan Pemilihan Daerah Irigasi Untuk Mantri .....	19
Gambar 19. Tampilan Kalender Pada Browser Google Chrome .....	19
Gambar 20. Tampilan Kalender Dengan jQuery Untuk Semua Browser .....	20
Gambar 21. Tanggal Log In Pada Index.Php .....	20
Gambar 22. Tanggal Pengolahan Pada Blangko O-01 .....	21
Gambar 23. Konsep Koneksi AWS ke Aplikasi SMOI .....	22
Gambar 24. Bagan alir Koneksi beberapa AWS dengan Aplikasi SMOI Melalui Internet .....	24
Gambar 25. Bagan alir proses penampilan data AWS .....	25
Gambar 26. Bagan Alir Proses Perhitungan Nilai Satuan Kebutuhan Air Metode NFR .....	27
Gambar 27. Bagan Alir Proses Perhitungan Nilai Satuan Kebutuhan Air Metode LPR-FPR .....	28
Gambar 28. Bagan Alir Perhitungan Satuan Kebutuhan Air Metode NFR Pada Website (Non Jawa Timur) .....	29
Gambar 29. Bagan Air Perhitungan Nilai Satuan Kebutuhan Air Metode LPR-FPR .....	30
Gambar 30. Tampilan database ETO yang berasal dari AWS .....	33
Gambar 31. Instalasi Hardware di Daerah irigasi Boro .....	36
Gambar 32. Instalasi Hardware di Daerah irigasi Tajum .....	36
Gambar 33. Verifikasi Blangko .....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daftar Simak Dan Bagan Alir Blangko Operasi Irigasi (Permen PU No. 32/PRT/M/2007)	7
Tabel 2. Lingkup Pengembangan SMOI pada Tahun 2014	9
Tabel 3. Spesifikasi Mikrokontroler	23
Tabel 4. Kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan (IR)	31
Tabel 5 Harga – harga koefisien tanaman padi	33
Tabel 6. Harga – harga koefisien untuk diterapkan dengan metode perhitungan evapotranspirasi FAO	34
Tabel 7. Harga – harga koefisien tanaman tebu yang cocok untuk diterapkan dengan rumus evapotranspirasi FAO	35

## DAFTAR ISTILAH

<b>Blangko O</b>	adalah blangko atau formulir isian yang digunakan oleh petugas pengelola irigasi pada tahapan operasi irigasi
<i>Cloud server</i>	adalah server instan yang dapat langsung digunakan hanya dengan berlangganan dan membayar setiap bulan, disebut instan karena di dalamnya telah terpasang sistem operasi sesuai dengan kebutuhan pelanggan
Faktor K	adalah faktor yang merupakan perbandingan antara debit permintaan
SMOI	adalah aplikasi pelaporan operasi irigasi yang mengacu pada blangko operasi irigasi dari Permen PU No.32/PRT/M/2007 namun disusun berbasis website
<i>Supply driven</i>	adalah sistem pembagian air berdasarkan gerak pasok atau ketersediaan air
<i>Demand driven</i>	adalah sistem pembagian air berdasarkan gerak permintaan
<i>Web mobile</i>	adalah layanan web yang didesain khusus untuk dijalankan di <i>mobile device</i> seperti PDA, telepon seluler, atau gadget bergerak lainnya

## **DAFTAR SINGKATAN**

BWS	Balai Wilayah Sungai
BBWS	Balai Besar Wilayah Sungai
GP3A	Gabungan Perkumpulan Petani Pemakai Air
IP3A	Induk Perkumpulan Petani Pemakai Air
OP	Operasi dan Pemeliharaan
OS	<i>Operating System</i>
PC	<i>Personal Computer</i>
SMOI	Sistem Manajemen Operasi Irigasi
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i>
UPT	Unit Pelaksana Teknis
UPTD	Unit Pelaksana Teknis Daerah

## BAB I PENDAHULUAN

Pada saat ini sistem jaringan irigasi umumnya dioperasikan berdasarkan gerak pasok atau gerak semi-permintaan. Hal ini dilakukan untuk menjamin pemerataan pembagian air dan meminimalisir penurunan produksi. Dengan demikian, sistem irigasi lebih cenderung bersifat sebagai irigasi protektif (berorientasi menghindari penurunan produksi). Pola ini sangat sederhana dan cocok bila diterapkan pada daerah irigasi belum terdiversifikasi pola tanamnya. Namun demikian, saat ini pola tanam dalam satu daerah irigasi cenderung terdiversifikasi menyesuaikan dengan permintaan pasar. Oleh karena itu, sistem irigasi perlu dimodifikasi sedemikian rupa sehingga bersifat irigasi produktif (berorientasi untuk peningkatan produksi). Irigasi produktif lebih mengakomodasi diversifikasi tanaman yang sangat diperlukan untuk mengantisipasi perkembangan ekonomi global yang digerakkan oleh permintaan pasar. Karakteristik utama dari perubahan ini adalah perubahan manajemen irigasi dari gerak pasok (*supply driven*) menjadi gerak permintaan (*demand driven*) atas dasar pelayanan yang bersifat polisentrisitas (Arif, 2003).

Perubahan ini tentu saja perlu didukung oleh infrastruktur, kelembagaan dan institusi yang memadai. Dari segi infrastruktur, kondisi jaringan dan teknologinya perlu dirancang agar dapat memberikan air pada waktu, ruang/lokasi, jumlah dan kualitas yang tepat. Salah satu cara yang dapat ditempuh adalah dengan mengintegrasikan teknologi irigasi tepat waktu dan instrumentasi ke dalam jaringan irigasi. Dengan demikian, diharapkan dapat terpenuhi produktivitas pertanian yang berkesinambungan, sesuai komoditas dan pola tanam menuju surplus pangan, dapat membudayakan tata kelola daerah dan sistem jaringan irigasi yang baik melalui lembaga pengelola irigasi untuk tercapainya kesejahteraan petani.

Mulai pada tahun 2012 Balai Irigasi telah mengembangkan aplikasi Sistem Manajemen Operasi Irigasi (SMOI) yang berbasis *website* terutama untuk membantu proses pelaporan operasi irigasi. Aplikasi yang dibangun masih fokus dan terbatas pada implementasi pengkodean dan penuangan proses input dan analisis 12 blangko operasi sesuai dengan Peraturan Menteri PU 32/PRT/M/2007 tentang pedoman operasi dan pemeliharaan.

Pada tahun 2013 sudah dilakukan pengembangan aplikasi agar lebih mudah digunakan oleh pengguna dengan tampilan yang lebih dapat menyesuaikan dengan perangkat yang mengakses. Uji coba kepada pengguna juga dilakukan kepada pengelola irigasi secara keseluruhan, mulai dari tingkat mantri/penjaga bendung, unit pelaksana teknis, seksi operasi irigasi kabupaten, seksi operasi irigasi propinsi serta balai wilayah sungai. Hasil uji coba menghasilkan berbagai aspek yang diperlukan dalam menerapkan SMOI tersebut.

Pada tahun 2014 masih diperlukan uji lanjutan serta rekayasa integrasi alat klimatologi serta bangunan ukur debit real time dengan aplikasi agar didapatkan data input operasi yang lebih terpercaya. Integrasi tersebut juga diharapkan dapat mengatasi permasalahan keterbatasan SDM yang secara langsung melakukan pengamatan dan pengumpulan data di bangunan irigasi yang memiliki perbedaan letak administratif.

*Output* ini menyajikan bentuk aplikasi pelaporan operasi irigasi yang mampu dan cukup efektif mendukung operasi irigasi sehingga pembagian air irigasi yang dapat membantu dan mempercepat proses komunikasi antara petani pengguna air, petugas di lapangan, dan instansi

pemerintah yang menangani irigasi. Sehingga operasi irigasi dapat dilakukan secara efisien, serta mendukung konsep modernisasi irigasi khususnya pada sistem operasi pilar pengelolaan irigasi.

Manfaat model sistem ini adalah untuk mempercepat pelaksanaan operasi irigasi, yang selama ini harus dilaksanakan secara berjenjang, sehingga membutuhkan waktu serta SMOI yang terintegrasi dengan perangkat pengukur klimatologi *Automatic Weather Station (AWS)* dapat melakukan perhitungan nilai satuan kebutuhan air sesuai dengan kondisi saat ini. Ruang lingkup model fisik ini adalah perbaikan aplikasi Sistem Manajemen Operasi Irigasi (SMOI), uji coba SMOI, dan evaluasi kinerja SMOI.

Lokasi ujicoba pengembangan aplikasi SMOI berada di Daerah Irigasi Boro, Purworejo dan Daerah Irigasi Tajum, Banyumas. Kedua lokasi ini dipilih karena pelaksanaan pelaporan yang konsisten, ketersediaan dan kompetensi SDM, serta kondisi jaringan irigasi yang cukup baik.

## BAB II LANDASAN TEORI

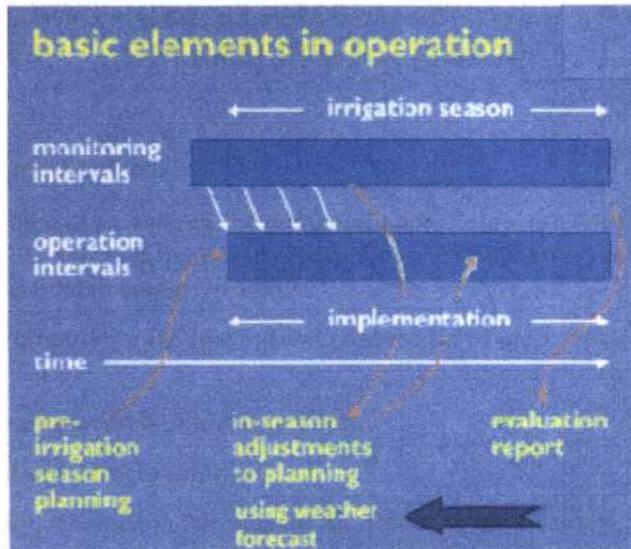
Pengelolaan air irigasi secara *real time* dengan pendekatan satelit dan SMS membantu operator irigasi untuk menentukan berapa banyak penggunaan air yang digunakan oleh tanaman dan waktu yang dibutuhkan untuk menjalankan pompa atau jumlah pemberian air setiap harinya menggunakan teknik penginderaan jauh dan ponsel berbasis jasa pengiriman. Pendekatan pada sistem *IrrisatSMS* ini juga memungkinkan operator irigasi mengetahui patokan penggunaan air mereka, secara *real time*. Berapa jumlah air yang telah diberikan melalui halaman web. Sistem ini juga dapat digunakan sebagai alat audit oleh penyedia air. Dalam pendekatan ini, citra satelit digunakan untuk menentukan koefisien tanaman.

Gambar satelit dikumpulkan di seluruh Australia setiap 14-20 hari berupa gambar kanopi tanaman yang kemudian diinterpretasikan menjadi koefisien tanaman. Informasi ini kemudian dikombinasikan dengan data dari stasiun bumi untuk memperoleh kebutuhan air tanaman. Hasil dilaporkan harian yang disesuaikan melalui informasi manajemen air irigasi, kemudian dikirim ke operator irigasi melalui pesan SMS. Sampai saat ini pendekatan ini telah dikembangkan dan diujicobakan di Daerah Irigasi Murrumbidgee (MIA). Gambaran sistem operasi irigasi ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1 Gambaran Salah Satu Operasi Irigasi Berbasis SMS (Hornbuckle et. al., 2009)

Dalam modernisasi perhitungan kebutuhan air setiap periode operasi (1-3 harian). Salah satu contoh aplikasi yang sudah pernah dikembangkan adalah OMIS versi 7.00. Kerangka pemikiran program tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Alir Informasi dari Lapangan ke Pusat Operasional Pengelolaan Air (OMIS ver 7.00) (Kalsim, 2011 dalam Direktorat Irigasi dan Rawa 2011)

Konsep modernisasi irigasi yang disusun oleh Tim Modernisasi Irigasi, Direktorat Irigasi dan Rawa menganjurkan operasi dan pemeliharaan irigasi dan drainase dengan pola pemberian air *semi-demand* dan kendali hulu, diharapkan data lapangan terkumpul secara *real-time* dan terkirim ke pusat operasi utama untuk diolah oleh komputer dengan *software* manajemen pengumpulan data dan telemetri. Pengolahan data lapangan meliputi:

- Data debit/data elevasi muka air (sensor muka air) di bangunan utama saluran induk, saluran sekunder dan saluran drainase utama, data bukaan pintu utama dan sekunder, data debit dan lamanya pompa.
- Data curah hujan dari sejumlah stasiun hujan di *catchment area* dan kawasan areal irigasi yang masing-masing diwakili satu stasiun curah hujan atau stasiun klimatologi telemetri, data elevasi waduk, data titik kritis dari sungai, dari data hidrologi dan klimatologi dianalisa sebagai alokasi air dengan *software* komputer.
- Data pertanian terdiri dari jenis tanaman, luas tanam, umur tanaman per petak tersier atau per sistem hidrologi. Pada awal laporan menggunakan tenaga juru pengairan bersangkutan melaporkan data tersebut lewat sistem SMS dengan *handphone* atau lewat komputer atau lewat telepon dengan modem. Data tanaman tersebut diperoleh dari Kelompok P3A yang mengirim ke juru pengairan lewat SMS.
- Data yang dikumpulkan untuk menghitung kebutuhan air tanaman, dapat terkirim ke pusat komputer setiap saat atau dapat diprogram terkirim setiap hari jam 08.00 pagi lewat kantor komputer lokal.

Dengan adanya pengumpulan data lewat informasi teknologi yang diproses oleh komputer di pusat ruang operasi utama, diharapkan pengolahan data dalam rangka pengelolaan irigasi modern khususnya operasional pengelolaan irigasi berorientasi pada pelayanan (*Service Oriented Management-SOM*) dengan data *real-time* (Direktorat Irigasi dan Rawa, 2011).

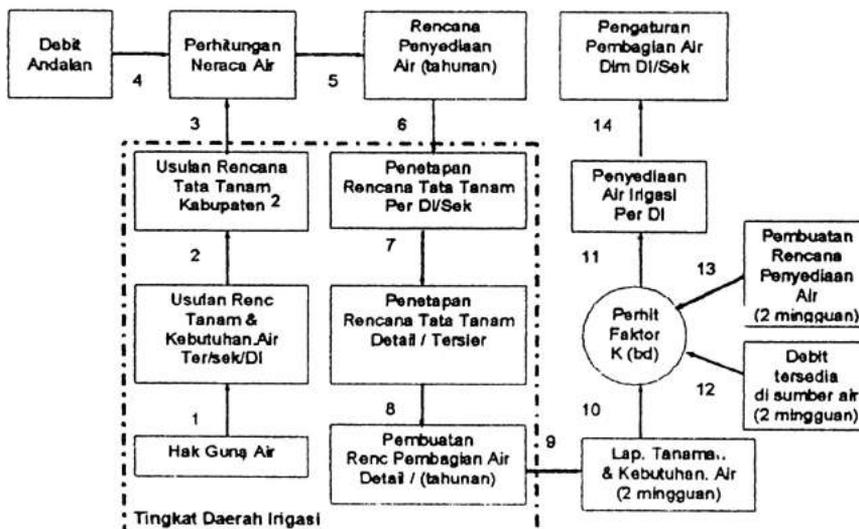
## BAB III RANCANGAN SISTEM MANAJEMEN OPERASI IRIGASI (SMOI)

### 3.1. Operasi Irigasi Saat Ini

Operasi irigasi yang dilakukan selama ini mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 32/PRT/M/2007 tentang Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Jaringan Irigasi. Lingkup operasi jaringan irigasi adalah sebagai berikut:

- (a) Pekerjaan pengumpulan data (data debit, data curah hujan, data luas tanam, dan lain-lain)
- (b) Pekerjaan kalibrasi pintu/alat pengukur debit
- (c) Penyuluhan tentang pemanfaatan air
- (d) Pekerjaan membuat Rencana Pembagian Air, Rencana Tata Tanam, Rencana Pengeringan, dan lain-lain.
- (e) Pekerjaan melaksanakan pembagian air (termasuk pekerjaan membuat laporan permintaan air, mengisi papan operasi, mengatur bukaan pintu)
- (f) Pekerjaan membuka/menutup pintu penguras bendung dan kantong lumpur untuk menguras endapan lumpur.

Bagan alir operasi irigasi dapat dilihat pada Gambar 3. Pada bagan alir tersebut menunjukkan tahapan persiapan sebelum musim tanam dimulai mencakup usulan rencana tata tanam dari tingkat P3A hingga ditetapkan oleh Komisi irigasi. Pada tahap pelaksanaan operasi irigasi dilakukan perhitungan rencana pembagian air berdasarkan usulan luas tanam, data debit andalan, perhitungan factor K, dan kemudian direalisasikan melalui pengaturan pembagian air dalam daerah irigasi melalui jaringannya.



Gambar 3 Bagan Alir Operasi Irigasi (Permen PU No. 32/PRT/M/2007)

Tahapan operasi irigasi ini menggunakan blangko operasi irigasi yang saat ini berjumlah 12 buah. Pengisian blangko ini melibatkan beberapa actor yaitu petani pengguna air melalui organisasi P3A/GP3A/IP3A serta pengelola irigasi meliputi mantra/juru, ranting/pengamat, kepala seksi operasi kabupaten, kepala seksi operasi UPTD propinsi, BWS, kepala seksi OP propinsi, BBWS. Ringkasan tanggung jawab pengisian blangko daftar simak dan bagan alir blangko operasi irigasi pada Tabel 1.

Pada tahap pelaksanaan operasi yaitu mulai dari blangko 04-O, 05-O, 06-O, 07-O, dan 09-O dilakukan dengan periode 15 harian atau setengah bulanan, dan 10 harian untuk Jawa Timur. Pencatatan debit sungai, debit bendung, dan debit pengambilan dilakukan setiap hari dan dilaporkan tiap setengah bulanan pula. Pengisian dan distribusi blangko-blangko operasi secara berjenjang oleh pengelola irigasi sesuai dengan struktur organisasi kewenangan daerah irigasi.

Perhitungan nilai satuan kebutuhan air dilakukan berdasarkan nilai yang sudah ditetapkan sejak awal perencanaan daerah irigasi tersebut. Hal ini berpotensi adanya perbedaan nilai kebutuhan air akibat adanya perubahan klimatologi saat ini.

Tabel 1. Daftar Simak Dan Bagan Alir Blangko Operasi Irigasi (Permen PU No. 32/PRT/M/2007)

No Blangko	Judul Blangko	Jedat Perlatan Blangko	Penyusunan Blangko : Merit <-----> tarima							
			Membantu	Panting Pengasah	Kasi O Irigasi Kab.	Kasi OP UPTD Prov.	Datal Wilayah Sungai	Kasi CAP Dinas Prov.	UPT Datal Boser Wilayah Sungai	
(1-O)	Urutan dan Kepuasan kas tanam per Daerah Irigasi	T	Sebelum mulai MT 1	X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>						
(2-O)	Plencana Luas Tanam Per Wilayah Manti / Juru	T	Sebelum mulai MT 1		X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> -----> X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> -----> X <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> -----> X <sub>5</sub>		
(3-O)	Kotras Lamp, Keputusan Korial Irigasi mesonal Plencana Tala Tanam	T	Sebelum mulai MT 1	X <sub>2</sub> <----- X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> -----> X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> -----> X <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> -----> X <sub>5</sub>		
(4-O)	Laporan Keadaan Air dan Tanaman Pada Wilayah Manti / Juru	1/2 B	Tgl 12 dan tgl 27	X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> -----> X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> -----> X <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> -----> X <sub>5</sub>	X <sub>5</sub> -----> X <sub>6</sub>		
(5-O)	Plencana Labuhan air di pntu pengambilan	1/2 B	Tgl 12 dan tgl 27	X <sub>2</sub> <----- X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> -----> X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> -----> X <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> -----> X <sub>5</sub>		
(6-O)	Plencana debit saluran	1/2 B	Tgl 1 dan tgl 16	X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> -----> X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> -----> X <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> -----> X <sub>5</sub>	X <sub>5</sub> -----> X <sub>6</sub>		
(7-O)	Plencana Labuhan air di jeringan antara dan penetapan pemberian air	1/2 B	Tgl 14 dan tgl 29	X <sub>2</sub> <----- X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> -----> X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> -----> X <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> -----> X <sub>5</sub>		
(8-O)	Plencana debit bang pengambilan / debit sungai normal	1/2 B	Tgl 14 dan tgl 29	X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> -----> X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> -----> X <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> -----> X <sub>5</sub>	X <sub>5</sub> -----> X <sub>6</sub>		
(9-O)	Kendungan labir x	1/2 B	Tgl 1 dan tgl 16	X <sub>2</sub> <----- X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> -----> X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> -----> X <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> -----> X <sub>5</sub>		
(10-O)	Laporan Prodi Bvta & Plencana Plimbangan Air Per Daerah Irigasi	T	1/2 bulan sesudah selesai masa tanam		X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> -----> X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> -----> X <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> -----> X <sub>5</sub>		
(11-O)	Plenap Kabupaten Per Masa Tanam	T	1 bulan sesudah selesai masa tanam		X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> -----> X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> -----> X <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> -----> X <sub>5</sub>		
(12-O)	Plenap Provinsi	T	1 1/2 bulan sesudah selesai masa tanam		X <sub>2</sub> <----- X <sub>1</sub>	X <sub>1</sub> -----> X <sub>2</sub>	X <sub>2</sub> -----> X <sub>3</sub>	X <sub>3</sub> -----> X <sub>4</sub>	X <sub>4</sub> -----> X <sub>5</sub>	X <sub>5</sub> -----> X <sub>6</sub>

### 3.2. Rancangan Aplikasi Sistem Manajemen Operasi Irigasi (SMOI)

Sistem ini mengubah transaksi kegiatan dari *paper base* menjadi *paperless*. Namun pada tahap dimana diperlukan pengesahan tetap dapat dibuat cetakannya. Dokumen yang dibuat *paperless* adalah form dan report dari blangko 01-O sampai 12-O. Bagan alir blangko operasi dibagi 3 tahap: Perencanaan, Pelaksanaan, dan Pelaporan.

**Tahap Perencanaan.** Blangko yang digunakan adalah 1-O, 2-O, 3-O. Blangko ini diisi sebelum mulai Masa Tanam. Inputan ke system blangko 1-O dan 2-O. Output yang dihasilkan blangko 3-O.

Tabel 2. Lingkup Pengembangan SMOI pada Tahun 2014

No	Uraian	SMOI v.1 (2012)	SMOI v.2 (2013)	SMOI v.3 (2014)
1	Pilihan periode pelaporan	7 hari	7, 10, dan 15 hari	
2	Cakupan propinsi	Jawa Barat	Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, DIY, dan Banten	
3	Tampilan	Standar PC untuk semua modul	Penambahan <i>Web mobile</i> khusus untuk pemakai mantri dan petugas bendung	
4	Penambahan <i>user public</i> (umum)	Tidak ada	Penambahan fitur <i>user public</i>	
5	Fasilitas Print	Terbatas	Dapat dilakukan pada semua blangko	
6	Perhitungan satuan kebutuhan air	Berdasarkan input nilai satuan kebutuhan air	Berdasarkan input nilai satuan kebutuhan air	Perhitungan satuan kebutuhan air berdasarkan data klimatologi terbaru, serta penambahan perhitungan satuan kebutuhan untuk Jawa Timur yang menggunakan metode LPR-FPR.

## BAB IV

### PROSEDUR UJICoba DAN EVALUASI

Prosedur ujicoba dan evaluasi dilakukan dalam bentuk desain dan pengembangan berdasarkan output yang telah disusun pada penelitian tahun sebelumnya. Model sistem yang dihasilkan kemudian dilakukan uji coba dan dievaluasi kinerjanya. Berdasarkan hasil uji coba serta evaluasi penerapan SMOI dirumuskan model sistem berupa sistem manajemen operasi irigasi.

Pengembangan dilakukan dengan melakukan koneksi *automatic wheater station* (AWS) ke aplikasi SMOI sebagai data dalam perhitungan satuan kebutuhan air irigasi. Data primer yang digunakan dalam pengkajian adalah data AWS yang dianalisis untuk menghasilkan nilai satuan kebutuhan air, data pelaksanaan operasi jaringan irigasi DI. Boro dan DI. Tajum. Evaluasi model sistem dilakukan untuk menilai kestabilan SMOI sebagai alat dalam pelaksanaan operasi jaringan irigasi sesuai Peraturan Menteri PU No.32/PRT/M/2007 tentang operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi.

#### 4.1 Pengembangan SMOI

##### 4.1.2 Perbaikan Aplikasi SMOI

Pengembangan SMOI tahun 2014 akan difokuskan pada koneksi AWS ke aplikasi SMOI. Koneksi AWS berfungsi untuk mengambil data klimatologi yang akan digunakan dalam perhitungan satuan kebutuhan air irigasi di aplikasi SMOI. Konsep koneksi AWS ke dengan mikrokontroller serta *server* dapat dilihat pada Gambar 5.



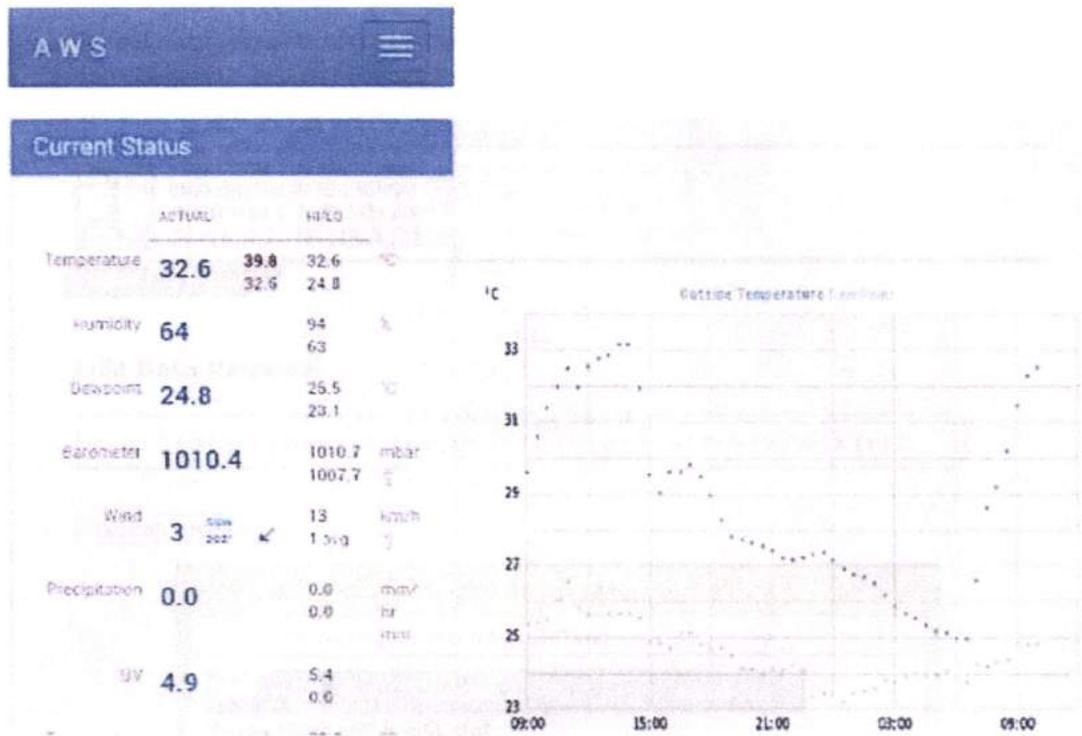
Gambar 5. Koneksi AWS dengan Mikrokontroller dan Server

Pengembangan aplikasi SMOI dalam hal koneksi AWS dengan mikorokontroller yang terkoneksi dengan server dapat dilihat pada gambar 6. Terdapat beberapa *port* USB dalam mikrokontroller, hal ini berfungsi untuk menempatkan modem USB sebagai alat untuk transfer data ke SMOI.

Data yang ditampilkan dan dikoneksikan dengan SMOI dapat dilihat pada Gambar 7. Data data merupakan hasil pembacaan di *console*, yang kemudian dibaca oleh mikrokontroller dan ditransfer melalui USB modem ke *Server*.



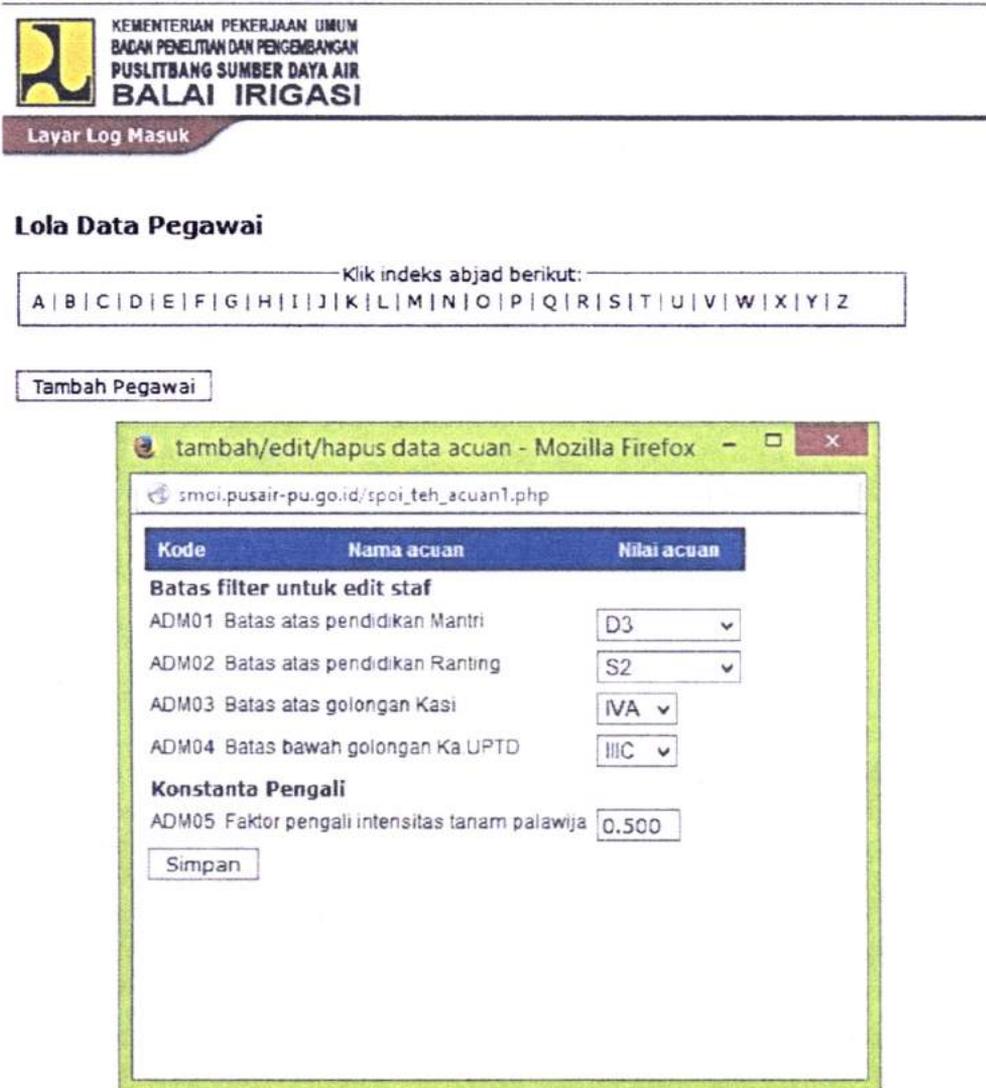
Gambar 6. Instalasi Hardware Mikrokontroller



Gambar 7. Tampilan Data Hasil Koneksi AWS

Tampilan saat pertama kali mengakses aplikasi seperti pada Gambar 8. Aplikasi SMOI dapat diakses melalui alamat "smoi.pusair-pu.go.id". Pada tampilan muka utama adalah nama pemakai dan sandi. Nama pemakai dan sandi diberikan masing-masing kepada pengelola irigasi yang bersangkutan terutama kasi operasi irigasi perwakilan kabupaten, kepala ranting/pengamat/UPT/UPTD, mantri, penjaga bendung dan kepala ranting.

Menu edit pegawai juga terdapat pada menu administrator seperti pada Gambar 10. Penambahan pegawai disertai dengan data kepegawaiannya harus dilengkapi terutama peran/posisi dalam operasi irigasi.



Gambar 10. Tampilan Edit Pegawai dan Data Acuan Pegawai oleh Administrator

Tampilan menu kasi operasi irigasi kabupaten tidak mengalami perubahan dari versi 1 seperti pada Gambar 11. Blangko yang dikelola oleh pengelola ini adalah blangko 03-O tentang kutipan keputusan luas dan tata tanam dari komisi irigasi, serta blangko 11-O yang berisi rekap kabupaten.



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
PUSLITBANG SUMBER DAYA AIR  
**BALAI IRIGASI**

Kapin, Amd

Musim tanam 2013/2014

Daerah Irigasi di Banyumas:  
--Pilih Daerah Irigasi--

Blangko-03

MT1  MT2  MT3

Blangko-11

Log-Keluar

Entri/Ubah data Ranting

Data Referensi B05

Ganti Kata Sandi

Gambar 11. Tampilan Menu Kasi Operasi Kabupaten

Pada tahun 2014 ini kemajuan yang dicapai dalam program pengembangan SMOI antara lain dapat dilakukan editing terhadap NIP para pegawai, Ranting dan Mantri bisa bertugas dilebih dari satu daerah irigai serta updating tanggal dengan jQuery. Pengembangan SMOI juga dimaksudkan untuk membuktikan adanya permasalahan yang diduga menjadi kelemahan SMOI pada tahun sebelumnya, yaitu adanya perhitungan yang dilakukan 2 kali pada blangko 11-O, ketidakkonsistenan tampilan pada blangko 01-O serta sub-jumlah pada blangko 04-O yang tidak sesuai jumlah yang seharusnya.

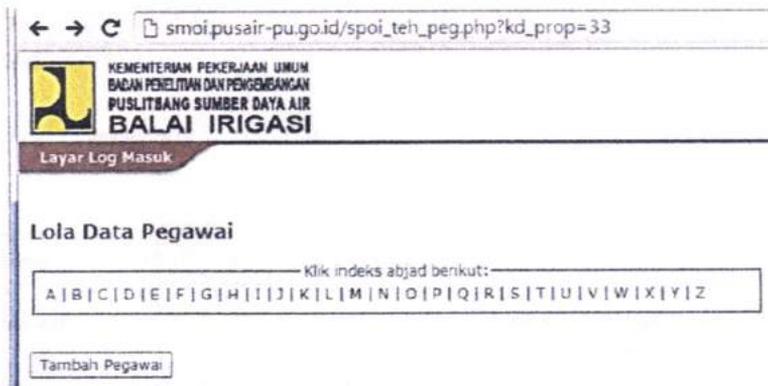
Semula NIP (di database diberi nama NRP) tidak bisa diedit karena merupakan kunci field. Namun karena kadang terjadi kesalahan input/entri NIP maka ditambahkan fasilitas untuk bisa mengedit NIP ini. Update NIP ini dapat dilakukan dengan ketentuan dan syarat tertentu disebabkan merupakan NIP merupakan *primary key field*. Untuk mengubah NIP yang ada pada daftar pegawai, dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Hanya administrator yang dapat merubah NIP, untuk itu dibutuhkan log in sebagai administrator untuk merubah NIP. Tampilan setelah log in sebagai berikut



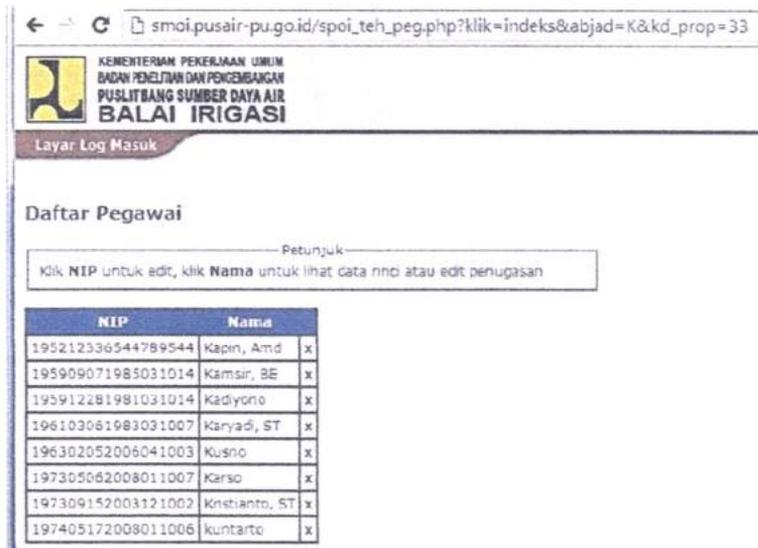
Gambar 12. Tampilan Menu Administrator

Selanjutnya dengan memilih provinsi yang diinginkan, pilih menu “Kelola Data Pegawai”. Akan tampil menu seperti gambar dibawah ini, untuk memudahkan pencarian nama pegawai disediakan abjad yang mewakili huruf depan pegawai. Klik salah satu abjad yang sesuai dengan huruf awal dari nama pegawai yang akan diubah NIP-nya.

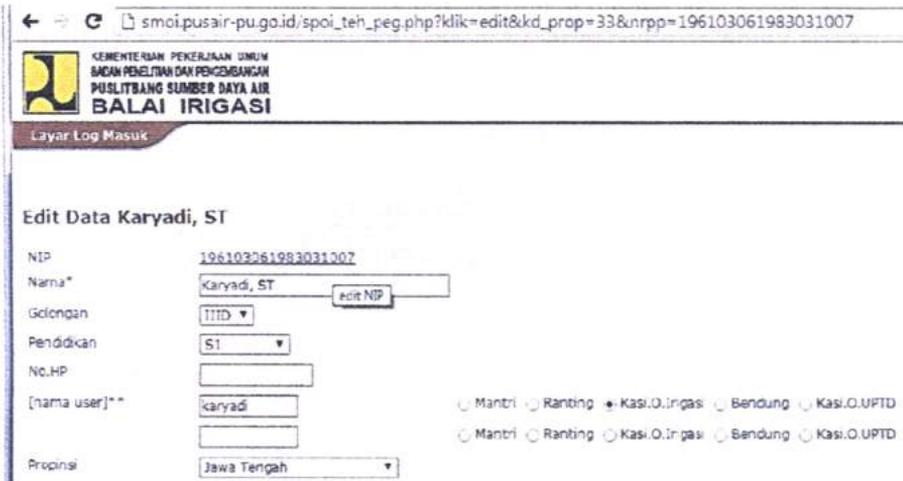


Gambar 13. Tampilan Kelola Data Kepegawaian

Langkah selanjutnya akan muncul nama beberapa pegawai dengan huruf awal sesuai dengan abjad yang dipilih tadi. Dari sini dipilih nama pegawai yang akan diubah NIP-nya (gambar 21), lalu akan muncul data pegawai yang dipilih (gambar 22). Untuk merubah NIP, klik pada NIP pegawai lalu pilih menu edit.



Gambar 14. Contoh Daftar Nama Pegawai Dalam Menu Kelola Data Pegawai



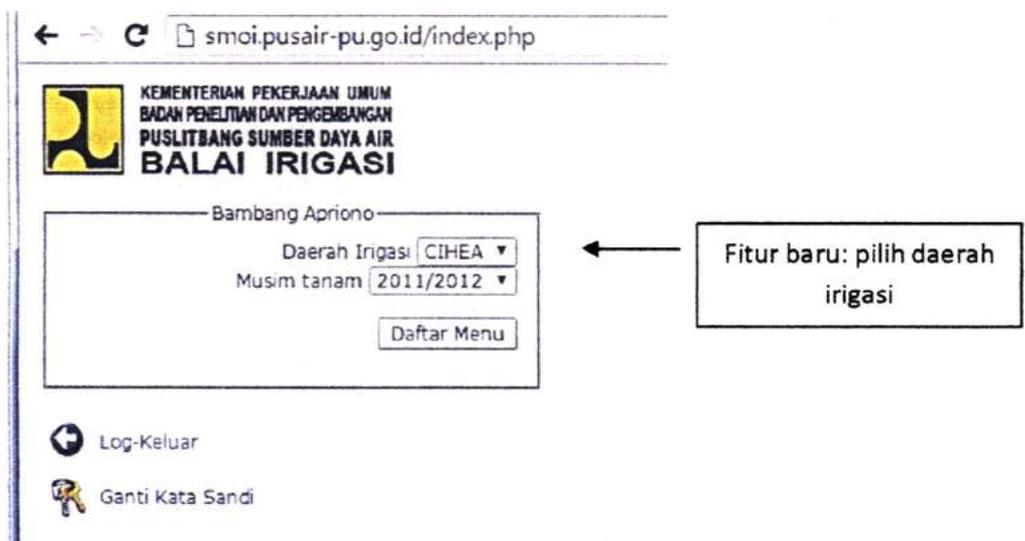
Gambar 15. Contoh Tampilan Edit Pegawai

- Akan muncul kotak dialog yang menampilkan NIP semula dan NIP baru yang akan diisikan pada kolom "Diubah menjadi". Jika NIP yang baru sudah diisi, klik "Simpan Edit NIP", maka tampilan akan kembali seperti gambar 21 namun dengan NIP yang telah berbeda

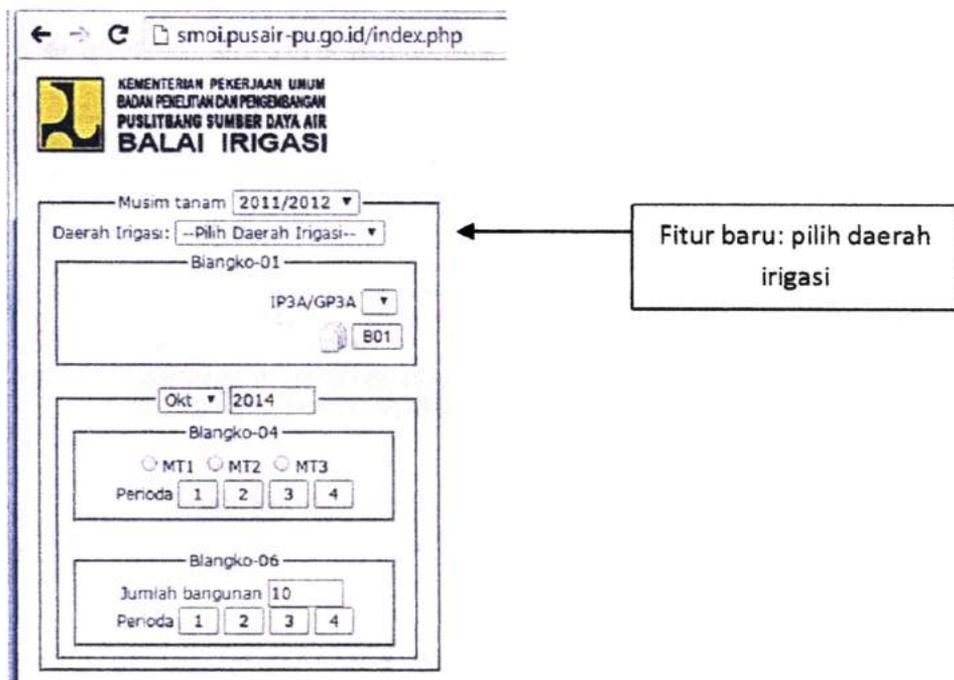


Gambar 16. Contoh Kotak Dialog Edit NIP Pegawai

Pada program SMOI tahun 2013 lalu, setiap petugas ranting dan mantri hanya bertugas untuk daerah irigasi yang spesifik, namun kenyataannya mantri kadang bertugas dilebih dari satu daerah irigasi. Untuk itu pada SMOI 2014 dikembangkan agar petugas ranting dan mantri dapat bertugas di lebih dari satu daerah irigasi. Fitur baru yang ada pada SMOI 2014 dapat dilihat pada gambar 24 untuk petugas ranting dan gambar 25 untuk mantri. Ada kotak pilihan Daerah Irigasi, ini memungkinkan petugas ranting atau mantra mengisi data di lebih dari satu Daerah Irigasi.

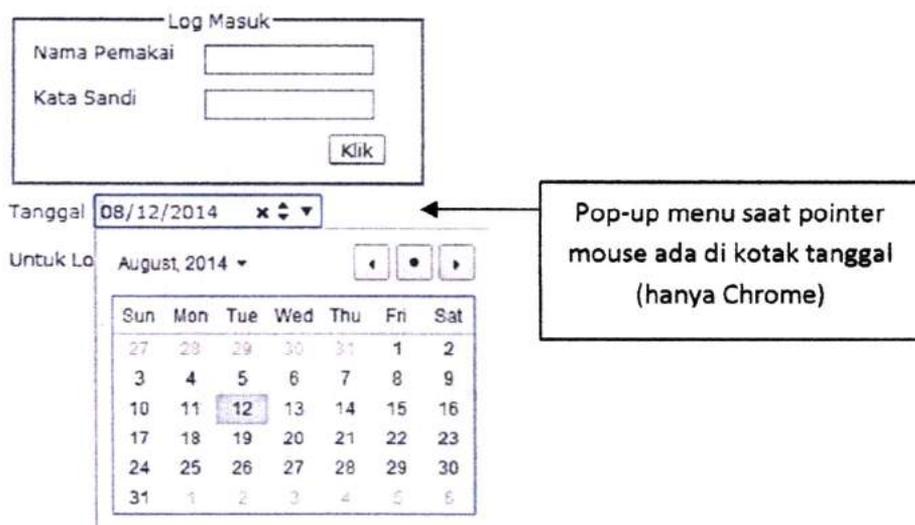


Gambar 17. Tampilan Pemilihan Daerah Irigasi Untuk Petugas Ranting



Gambar 18. Tampilan Pemilihan Daerah Irigasi Untuk Mantri

Tampilan tanggal pada SMOI dikembangkan agar bisa berbentuk kalender. Namun pengembangan ini masih terbatas bisa ditampilkan pada browser Google Chrome saja, sedangkan jQuery berjalan untuk semua browser. Berikut tampilan kalender yang hanya bisa ditampilkan dengan browser google chrome (gambar 26) dan dengan jQuery tampilan kalender bisa dilihat pada semua browser (gambar 27) .



Gambar 19. Tampilan Kalender Pada Browser Google Chrome



Gambar 20. Tampilan Kalender Dengan jQuery Untuk Semua Browser

Tampilan kalender dengan pengembangan jQuery ini dapat dilihat pada beberapa menu didalam program SMOI, antara lain:

- 1) Tanggal login yang ada di index.php seperti yang ditampilkan di bawah ini.



Gambar 21. Tanggal Log In Pada Index.Php

2) Tanggal pengolahan pada Blangko O-01 yang diisi oleh mantri

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
PUSLITBANG SUMBER DAYA AIR  
**BALAI IRIGASI**

Layar Log Masuk

IP3A/GP3A: Lima sekawan

Jenis Tanaman & Lain-lain	1) Usulan IP3A/GP3A (ha)			2) Keputusan Komisi Irigasi Kab (ha)		
	MT1	MT2	MT3	MT1	MT2	MT3
Padi	17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tebu tua	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tebu muda	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Palawija	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Keperluan lain	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Luas sawah irigasi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Golongan tanam						
Tgl. pengolahan tanah	12-02-2014	13-02-2014	--	00-00-0000	00-00-0000	

Pop-up menu saat pointer mouse ada di kotak tanggal pengolahan

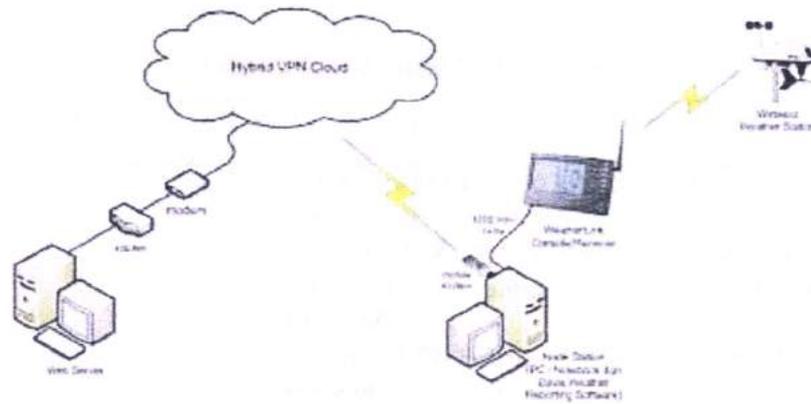
Gambar 22. Tanggal Pengolahan Pada Blangko O-01

#### 4.1.2 Koneksi AWS ke SMOI

Pengembangan SMOI tahun 2014 difokuskan pada koneksi AWS ke aplikasi SMOI. Koneksi AWS berfungsi untuk mengambil data klimatologi yang akan digunakan dalam perhitungan satuan kebutuhan air irigasi di aplikasi SMOI.

Perhitungan kebutuhan air irigasi dilakukan dengan analisis kebutuhan air yang dipengaruhi oleh faktor pengolahan tanah, perkolasi, curah hujan efektif, evapotranspirasi, efisiensi irigasi, dan koefisien tanaman. Besarnya satuan kebutuhan air pada jaringan irigasi secara umum yang diambil adalah sebesar 1 l/s/ha. Nilai tersebut banyak dipakai sebagai acuan dalam menghitung kebutuhan air tanaman secara praktis. Sementara disisi lain kondisi klimatologi saat ini menunjukkan kecenderungan yang berubah-ubah akibat pengaruh perubahan iklim (*Climate Change*). Berdasarkan kondisi tersebut nilai satuan kebutuhan air yang diambil secara praktis tersebut dapat melebihi kebutuhan, maupun kurang dari yang diperlukan.

Pemanfaatan data klimatologi terbaru dalam pelaksanaan operasi jaringan irigasi, jarang bahkan tidak pernah dilakukan karena keterbatasan sumber daya. Aplikasi SMOI dalam rancangannya direncanakan menggunakan alat pendukung yaitu *Automatic Weather Station (AWS)* dan alat ukur debit volumetrik. AWS direncanakan dapat melakukan input data klimatologi secara otomatis ke aplikasi. Fitur koneksi SMOI dengan AWS tersebut memungkinkan perhitungan kebutuhan air irigasi dapat dilakukan berdasarkan kondisi klimatologi setempat dan juga memanfaatkan data terbaru. Berdasarkan perhitungan tersebut data satuan kebutuhan air akan sesuai kondisi setempat sehingga dapat meningkatkan efisiensi irigasi, karena besarnya debit yang diberikan sesuai dengan kebutuhan. Konsep pengembangan aplikasi SMOI dalam hal koneksi AWS dapat dilihat pada Gambar 23.



Gambar 23. Konsep Koneksi AWS ke Aplikasi SMOI

Perangkat yang dibutuhkan dalam koneksi ini adalah satu set AWS yang akan memberikan data yang dibutuhkan untuk menghitung nilai Evapotranspirasi tanaman acuan (Eto). Penempatan AWS pada setiap satu satuan hidrologi akan dihubungkan dengan server berbasis IP, sehingga akan dikenali sesuai dengan daerah irigasi yang berada dalam satuan hidrologi tersebut. Koneksi AWS dan server dilakukan melalui mikrokontroller dan dilengkapi modem usb yang terhubung dengan modem server dengan sistem *Hybrid VPN Cloud*. Proses perhitungan nilai Evapotranspirasi tanaman acuan(ETc) dan proses perhitungan satuan kebutuhan air selanjutnya akan dilakukan oleh server.

Pengaturan koneksi AWS dan mikrokontroller seperti terlihat pada Gambar 12 terdiri dari beberapa alat. *Console* AWS yang menampilkan data klimatologi dihubungkan dengan mikrokontroller serta peralatan lainnya untuk dikomunikasikan dengan server SMOI. Mikrokontroller dipakai sebagai alat pengambil data dari console AWS serta pengolah data untuk dikirimkan ke server SMOI. spesifikasi mikrokontroller dapat dilihat pada Tabel 3.

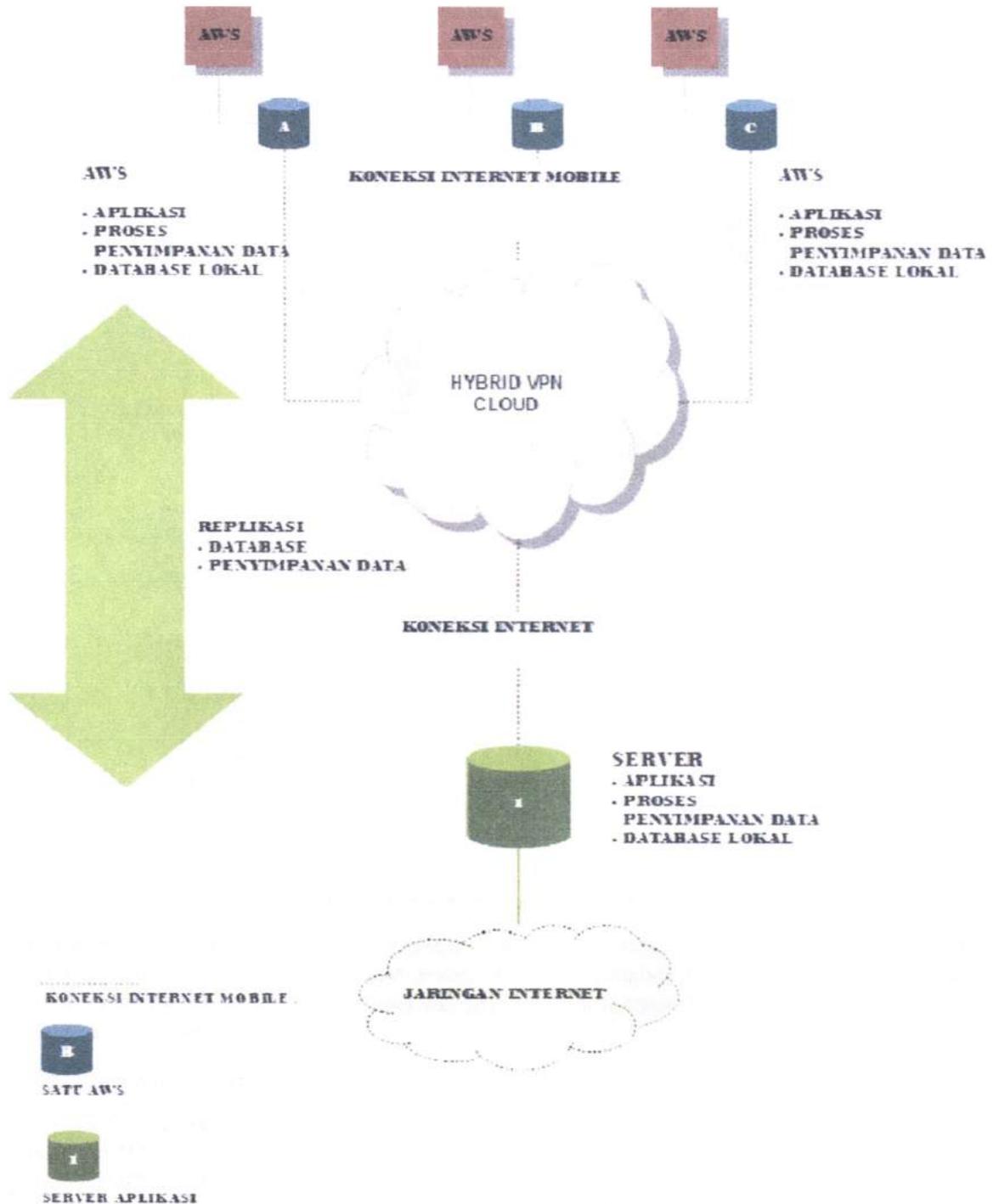
Alat pengolah data ini tidak hanya berupa mikrokontroller, namun juga terdiri dari beberapa bagian lain yang mempunyai fungsi antara lain menyimpan, dan mengirim data. Komponen dalam alat pengolah data tersebut adalah sebagai berikut:

- RaspberryPiModelB512M
- Rasberry Pi Case ModMyPi
- USB Adaptor
- SDHC 16 GB dan Heatsink

Tabel 3. Spesifikasi Mikrokontroler

Jenis Alat	Spesifikasi Teknis
Mikrokontroler	<ul style="list-style-type: none"><li>• Prosesor ARM 11 (700 MHz ARM11</li><li>• ARM1176JZF-S core)</li><li>• Storage SDHC dan MicroSD + Adaptor min 2G class 4, satu port RCA untuk dihubungkan ke Display / TV / Monitor</li><li>• satu port HDMI dua port USB satu port RJ45</li><li>• mendukung General Purpose Input/Output</li><li>• (GPIO) pins , Universal asynchronous receiver/transmitter (UART) satu port audio TRS connector   3.5 mm+</li></ul>

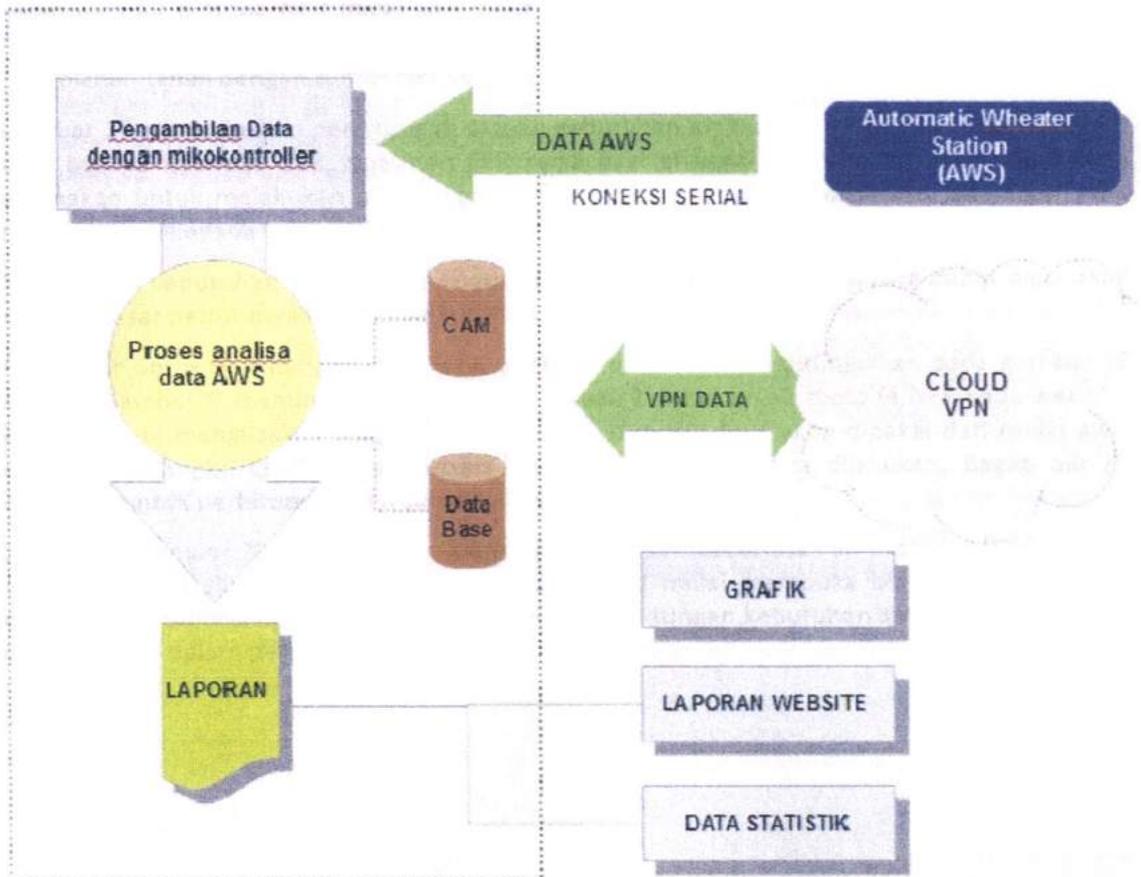
Koneksi AWS seperti yang dijelaskan diatas adalah merupakan koneksi dengan satu AWS. Pelaksanaan penerapan SMOI dilapangan dilakukan pada beberapa daerah irigasi, sehingga juga memerlukan beberapa AWS untuk terkoneksi dengan SMOI. Bagan alir koneksi AWS dengan dengan jumlah AWS lebih dari satu dapat dilihat pada Gambar 24 dan 25.



Gambar 24. Bagan alir Koneksi beberapa AWS dengan Aplikasi SMOI melalui Internet.

Gambar 24 merupakan bagan alir koneksi beberapa AWS dengan SMOI melalui internet, gambar tersebut menunjukkan data dari AWS yang sudah diambil lewat mikrokontroler dikirimkan kepada server SMOI melalui *Hybrid VPN Cloud*. *Hybrid VPN Cloud* ini merupakan

jalur komunikasi internet khusus yang berada pada jaringan internet, namun mempunyai keistimewaan dalam hal kecepatan akses datanya, karena tidak terganggu dengan layanan data yang dipakai user umum lainnya.



Gambar 25. Bagan alir proses penampilan data AWS

Gambar 25 menunjukkan bagan alir proses penampilan data AWS dari data mentah yang berasal dari AWS dapat diambil dan diolah sehingga tampilan data akhirnya dapat berupa grafik, ststistik, serta laporan berbasis website. Fitur ini memungkinkan dapat melihat trend data dari AWS tersebut.

#### 4.1.3 Pemrograman Nilai Satuan Kebutuhan Air

Tujuan awal dilakukannya pengembangan SMOI dalam hal koneksi AWS adalah agar SMOI dapat melakukan perhitungan nilai satuan kebutuhan air yang selama ini masih mengandalkan hasil penelitian pada saat awal pembangunan daerah irigasi, padahal kemungkinan besar data tersebut kurang akurat jika dikaitkan dengan perubahan iklim yang sedang terjadi saat akhir-akhir ini.

Perhitungan nilai satuan kebutuhan air dalam SMOI ada dua metode, yaitu metode *Net Field Requirement* (NFR) yang digunakan pada hampir seluruh daerah irigasi selain Jawa Timur serta metode Luas Palawija Relatif – Faktor Palawija Relatif (LPR-FPR) yang diterapkan khusus di Jawa Timur.

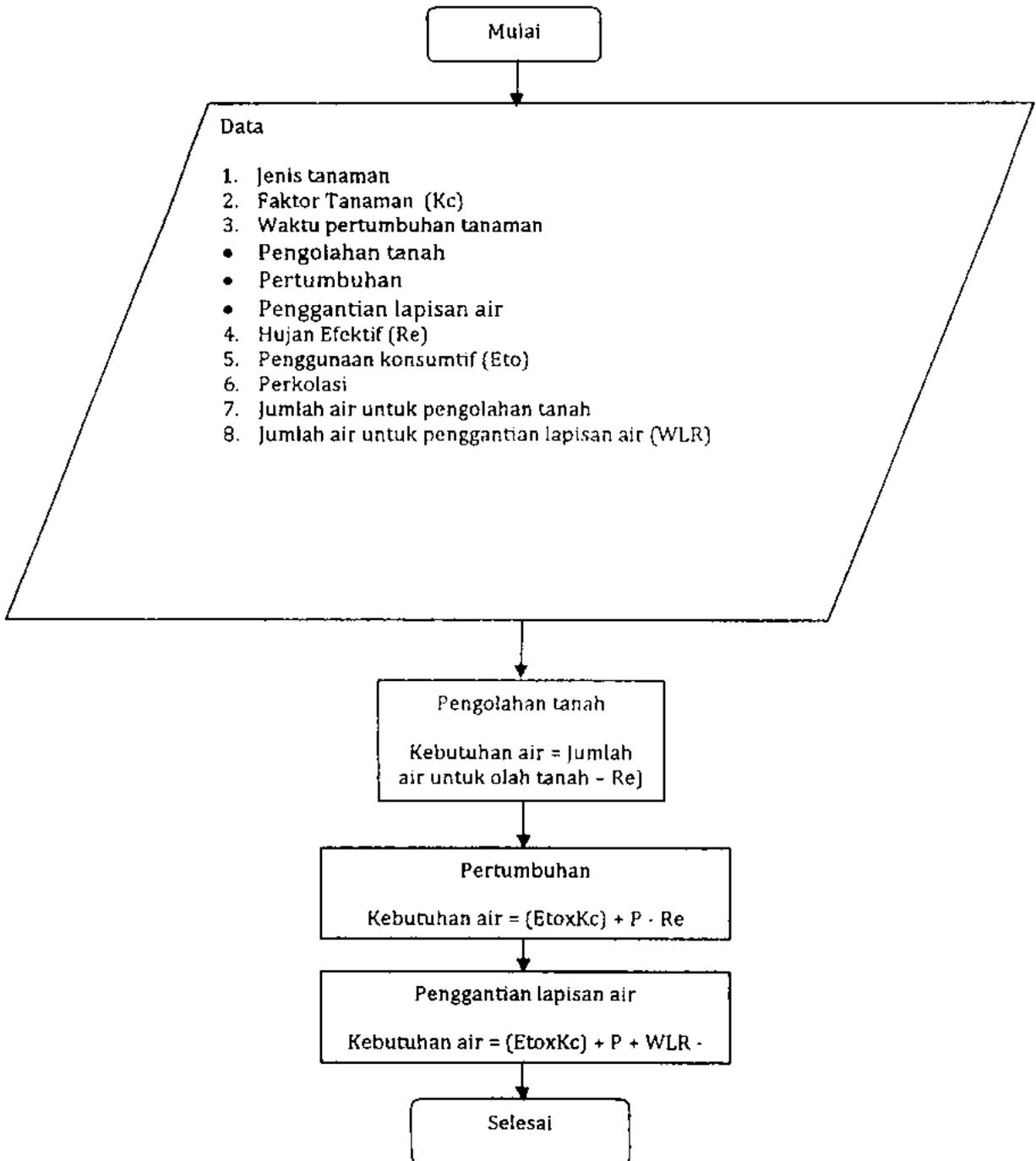
Bagan alir perhitungan nilai satuan kebutuhan air sebagai dasar pembuatan program dapat dilihat pada Gambar 26 dan Gambar 27. Gambar 26 menunjukkan perhitungan satuan kebutuhan air metode NFR mulai dari input data jenis tanaman, faktor tanaman ( $K_c$ ), waktu tanam, dll. input data tersebut kemudian diolah sesuai waktu pertumbuhan tanaman serta pengolahan tanah dengan rumus-rumus yang ada di bagan alir tersebut.

Gambar 27 menunjukkan perhitungan satuan kebutuhan air metode LPR-FPR mulai dari input data berupa koefisien LPR, Koefisien FPR serta nilai efisiensi salurannya. Hasil input data digunakan untuk melakukan perhitungan satuan kebutuhan air berdasarkan luas areal yang dikonversikan kepada luas palawia relatif.

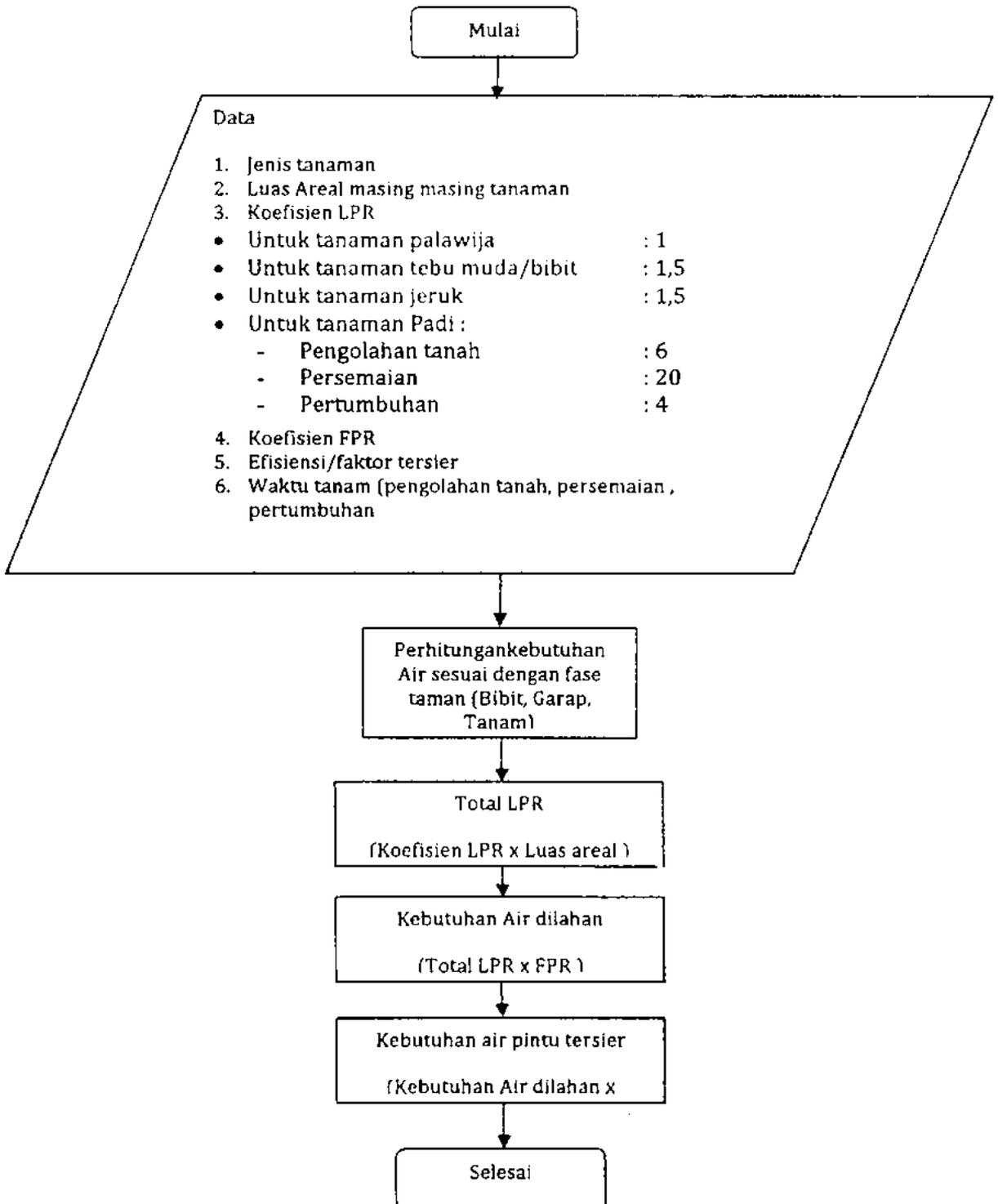
Nilai satuan kebutuhan air hasil pemrograman pada kedua metode nantinya dapat digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah kebutuhan air di Blangko 05-O.

Bagan alir untuk perhitungan nilai kebutuhan air pada website ditunjukkan pada gambar 28 dan 29. Gambar 28 menunjukkan perhitungan satuan kebutuhan air metode NFR pada website, bagan alir ini menjelaskan langkah-langkah serta rumus-rumus yang dipakai dari mulai awal dibukanya blangko 0-05 hingga proses perhitungan NFR selesai dilakukan. Bagan alir ini ditujukan untuk perhitungan NFR selain wilayah Jawa Timur.

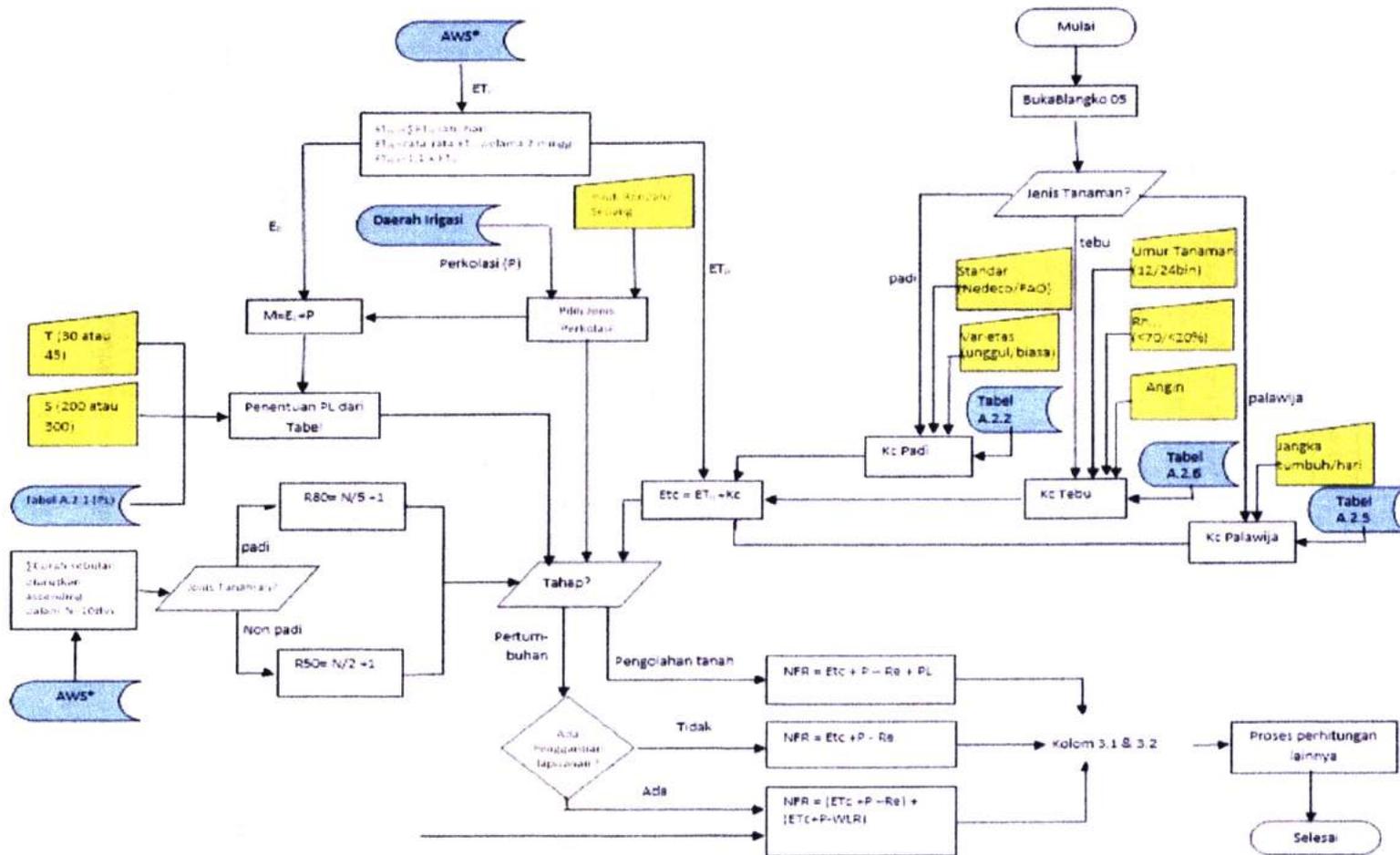
Sedangkan gambar 29 menunjukkan perhitungan satuan kebutuhan air metode LPR-FPR pada website, bagan alir ini berisi runtutan kegiatan dari mulai membuka blangko 0-05 sampai didapat nilai kebutuhan air di pintu tersier. Hasil perhitungan kebutuhan satuan kebutuhan air ini digunakan dalam periode 10 harian.



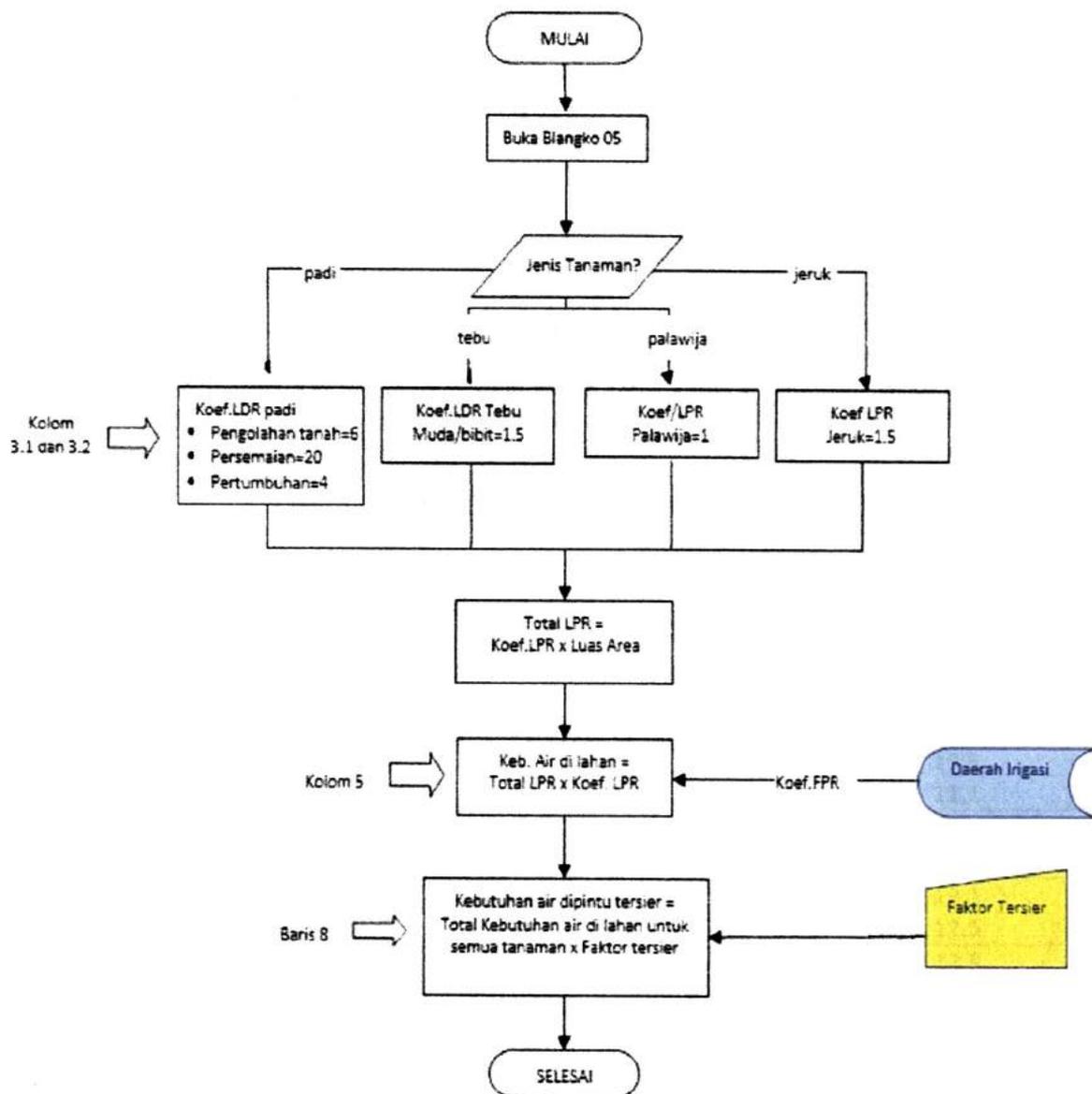
Gambar 26. Bagan Alir Proses Perhitungan Nilai Satuan Kebutuhan Air Metode NFR



Gambar 27. Bagan Alir Proses Perhitungan Nilai Satuan Kebutuhan Air Metode LPR-FPR



Gambar 28. Bagan Alir Perhitungan Satuan Kebutuhan Air Metode NFR Pada Website (Non Jawa Timur)



Gambar 29. Bagan Alir Perhitungan Nilai Satuan Kebutuhan Air Metode LPR-FPR

Dalam pemrograman nilai satuan kebutuhan air metode NFR, persamaan yang dipakai akan dibedakan dalam tiga waktu yang berbeda, yaitu tahap pengolahan tanah, tahap pertumbuhan serta tahap penggantian lapisan air. Persamaan yang dipakai dalam pemrograman nilai satuan kebutuhan air adalah sebagai berikut:

- $NFR = ET_c + P - R_e + PL$  (Tahap Pengolahan Tanah)
- $NFR = ET_c + P - R_e$  (Tahap Pertumbuhan)
- $NFR = ET_c + P - R_e + WLR$  (Tahap Penggantian lapisan air)

Dengan:

- NFR = Net Field Requirement (mm/hari)  
 ETc = Evapotranspirasi Tanaman (mm/hari)  
 ETo = Evapotranspirasi Tanaman Acuan (mm/hari)  
 P = Perkolasi  
 Re = Hujan Efektif  
 PL = Pengolahan Tanah  
 WLR = Penggantian Lapisan Air

a) PL (pengolahan Tanah)

Pengolahan tanah merupakan fase awal musim tanam yang membutuhkan banyak air. Jumlah kebutuhan air yang akan digunakan dalam pemrograman nilai satuan kebutuhan air pada blangko 05 di aplikasi SMOI akan menggunakan tabel kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan berdasarkan KP-01 seperti terlihat pada tabel 4. Tabel ini kemudian akan digunakan sebagai dasar pemilihan jumlah kebutuhan air selama pengolahan tanah di aplikasi SMOI.

Tabel 4. Kebutuhan air irigasi selama penyiapan lahan (IR)

M E <sub>o</sub> + P mm/ hari	T = 30 hari		T = 45 hari	
	S = 250 mm	S = 300 mm	S = 250 mm	S = 300 mm
5,0	11,1	12,7	8,4	9,5
5,5	11,4	13,0	8,8	9,8
6,0	11,7	13,3	9,1	10,1
6,5	12,0	13,6	9,4	10,4
7,0	12,3	13,9	9,8	10,8
7,5	12,6	14,2	10,1	11,1
8,0	13,0	14,5	10,5	11,4
8,5	13,3	14,8	10,8	11,8
9,0	13,6	15,2	11,2	12,1
9,5	14,0	15,5	11,6	12,5
10,0	14,3	15,8	12,0	12,9
10,5	14,7	16,2	12,4	13,2
11,0	15,0	16,5	12,8	3,6

Ket: E<sub>o</sub> = Evaporasi air terbuka yang diambil (1,1 x ET<sub>o</sub>) selama penyiapan lahan, mm/ hari

b) Re (Hujan Efektif)

Irigasi merupakan cara pemberian air selain curah hujan yang ada, sehingga secara konseptual irigasi hanya diberikan jika tidak terjadi hujan atau jumlah hujan kurang untuk memenuhi kebutuhan tanaman.

Dalam KP-01 tentang perhitungan nilai satuan kebutuhan air jumlah irigasi selalu dikurangi hujan efektif dengan persamaan sebagai berikut:

- $Re = 0,7 \times \text{curah Hujan andalan}$

Data curah Hujan (R) merupakan data curah hujan periode 10 tahunan. Tahap awal melakukan input data dengan data hujan bulanan 10 tahun kebelakang, kemudian secara berkala data tersebut akan diisi dengan data yang berasal dari AWS.

Data tersebut kemudian di urutkan dari nilai terkecil sampai ke terbesar, nilai curah hujan andalan yang akan digunakan dalam rumus menghitung hujan efektif adalah sebagai berikut:

- $R_{80} = N/5 + 1$
- $R_{50} = N/2 + 1$

Untuk padi menggunakan curah hujan  $R_{80}$ , sedangkan untuk palawija menggunakan curah hujan  $R_{50}$ .

c) P (Perkolasi )

Laju perkolasi sangat bergantung kepada sifat-sifat tanah. Pada tanah-tanah lempung berat dengan karakteristik pengolahan (*puddling*) yang baik, laju perkolasi dapat mencapai 1-3 mm/hari. Pada tanah-tanah yang lebih ringan; laju perkolasi bisa lebih tinggi.

Perkolasi merupakan konstanta yang berbeda beda setiap daerah irigasi yang akan diinput oleh pengelola irigasi setempat.

d) WLR (Penggantian lapisan air )

Penggantian lapisan air merupakan air yang dibutuhkan oleh tanaman setelah pemupukan, jika tidak ada penjadwalan dilakukan penggantian masing-masing sebesar 50 mm (atau 3,3 mm/hari selama ½ Bulan) selama sebulan dan dua bulan setelah transplantasi.

WLR merupakan konstanta pada daerah irigasi. Yang membedakan hanya pelaksanaan pemberiannya yang harus dijadwalkan oleh pengelola irigasi setempat dan diinputkan kedalam aplikasi SMOI.

e) ETc (Evapotranspirasi Tanaman Acuan )

Evapotranspirasi tanaman acuan merupakan nilai acuan dalam perhitungan nilai satuan kebutuhan air yang berdasarkan data klimatologi dan faktor tanaman. Persamaan yang digunakan dalam menghitung evapotranspirasi tanaman acuan adalah sebagai berikut:

- $ETc = ETo \times Kc$

Nilai ETo yang akan digunakan merupakan data yang berasal dari AWS, contoh tampilan data ETo dari AWS dapat dilihat pada gambar 30 dibawah ini. Nilai ETo seperti yang ditunjukkan dalam gambar 30 dibawah merupakan data yang diambil dalam waktu per 30 menit, sehingga untuk nilai ETo harian akan dijumlahkan dalam jangka waktu 24 jam.

The screenshot shows a web browser window with a URL ending in 'http://www.pus...-ig...2014-02-22'. The browser address bar shows 'pusat-pusat-pa.go.id/.../view.php?ta=2014-02-22'. Below the browser, there is a table titled 'ta weather tanggal 23-02-2014'. The table has 20 columns: idData, interval, luaslahan, prosuda, altitudin, udTemp, udTemp, udHumidity, udHumidity, windSpeed, windDir, windDir. The table contains 20 rows of data, each representing a different data point for the weather on that date.

Gambar 30. Tampilan database ETo yang berasal dari AWS

Faktor lain yang mempengaruhi perhitungan evapotranspirasi tanaman acuan adalah faktor tanaman (Kc). Nilai Kc bisa berbeda tergantung tanamannya. Dalam KP-01 terdapat beberapa referensi nilai Kc untuk beberapa tanaman yang sering ditanam di daerah irigasi di Indonesia. Nilai Kc tersebut dapat dilihat pada tabel 5 sampai tabel 7.

Tabel 5 Harga – harga koefisien tanaman padi

Bulan	Nedeco/ Prosida		FAO	
	Varietas <sup>2</sup> Biasa	Varietas <sup>3</sup> Unggul	Varietas biasa	Varietas Unggul
0,5	1,20	1,20	1,10	1,10
1	1,20	1,27	1,10	1,10
1,5	1,32	1,33	1,10	1,05
2	1,40	1,30	1,10	1,05
2,5	1,35	1,30	1,10	0,95
3	1,24	0	1,05	0
3,5	1,12		0,95	
4	0 <sup>4</sup>		0	

Tabel 6. Harga – harga koefisien untuk diterapkan dengan metode perhitungan evapotranspirasi FAO

Tanaman	Jangka tumbuh/ hari	½ bulan No.													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kedelai	85		0,5	0,75	1,0	1,0	0,82	0,45*							
Jagung	80		0,5	0,59	0,96	1,05	1,02	0,95*							
Kacang tanah	130		0,5	0,51	0,66	0,85	0,95	0,95	0,95	0,55	0,55*				
Bawang	70		0,5	0,51	0,69	0,90	0,95*								
Buncis	75		0,5	0,64	0,89	0,95	0,88								
Kapas	195		0,5	0,5	0,58	0,75	0,91	1,04	1,05	1,05	1,05	0,78	0,65	0,65	0,65

\* untuk sisanya kurang dari ½ bulan

Catatan : 1. Diambil dari FAO Guideline for Crop Water Requirements (Ref. FAO, 1977)

2. Untuk diterapkan dengan metode ET Prosida, kalikan harga – harga koefisien tanaman itu dengan 1,15

Tabel 7. Harga – harga koefisien tanaman tebu yang cocok untuk diterapkan dengan rumus evapotranspirasi FAO

tanaman		RH <sub>min</sub> < 70%	RH <sub>min</sub> < 20%					
12 bulan	24 bulan	Tahap pertumbuhan	angin kecil	angin sampai sedang	angin kecil kencang	angin kencang	sampai sedang	kencang
0 – 1	0 – 2,5	saat tanam sampai 0,25 rimbun *)	55	.6	.4	.45		
1 – 2	2,5 – 3,5	0,25 – 0,5 rimbun		.8	.85	.75	.8	
2 – 2,5	3,5 – 4,5	0,5 – 0,75 rimbun		.9	.95	.95	1,0	
2,5 – 4	4,5 – 6	0,75 sampai rimbun	1,0	1,1	1,1	1,2		
4 – 10	6 – 17	penggunaan air puncak	1,05	1,15	1,25	1,3		
10 – 11	17 – 22	awal berbunga	.8	.85	.95	1,05		
11 – 12	22 – 24	menjadi masak	.6	.65	.7	.75		

Catatan : 1. Sumber : Ref (FAO, 1977)

2. Untuk diterapkan dengan metode ET Prosida, kalikan masing – masing harga koefisien dengan 1, 15

\*) rimbun = full canopy, maksudnya pada saat tanaman telah mencapai tahap berdaun rimbun, sehingga bila dilihat dari atas tanah di sela – selanya tidak tampak

Umur

## 4.2 Ujicoba SMOI

*Hardware* yang diperlukan dalam pengembangan SMOI tahun 2014 ini dalam satu daerah irigasi adalah satu set alat ukur klimatologi otomatis atau AWS, kemudian mikrokontroler, USB modem, dan sumber catu dayanya.

*Software* yang diperlukan untuk koneksi AWS langsung terinstal didalam *server*, sehingga akan mengolah data mentah dari AWS untuk dianalisis menjadi perhitungan satuan kebutuhan air.

Instalasi *hardware* dan *software* sudah dilaksanakan, *hardware* yang terinstal di Daerah Irigasi Boro dapat dilihat pada gambar 31, sedangkan pada Daerah Irigasi Tajum pada Gambar 32.



Gambar 31. Instalasi Hardware di Daerah irigasi Boro



Gambar 32. Instalasi Hardware di Daerah irigasi Tajum

Pelaksanaan uji coba SMOI merupakan kelanjutan dari ujicoba tahun 2013, dan pada tahun 2014 ini tetap diterapkan di Daerah irigasi Boro, dan daerah Irigasi Tajum sehingga pelaksanaan pendampingan tetap dilaksanakan.

Pada tahun 2014 ini pendampingan secara intensif akan dilaksanakan setelah koneksi AWS serta program perhitungan nilai satuan kebutuhan air siap diaplikasikan. Saat ini pendampingan dilaksanakan untuk mendapatkan masukan dan saran terkait aplikasi SMOI, serta menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada saat penggunaan aplikasi SMOI ini.

## 4.3 Evaluasi SMOI

Evaluasi kinerja dilaksanakan dengan cara menguji sistem serta wawancara dengan pengelola irigasi setempat yang menerapkan SMOI. Hasil pengamatan diketahui aplikasi SMOI masih

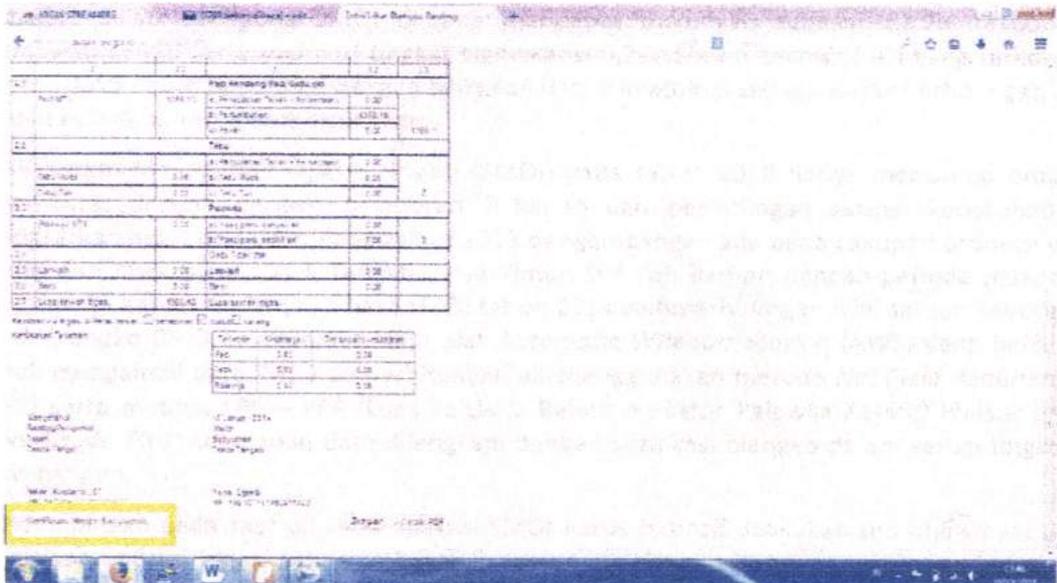
butuh beberapa perbaikan terkait dengan masukan dari pengelola irigasi serta narasumber terkait. Hal yang perlu ditambahkan dalam aplikasi SMOI adalah sebagai berikut:

- Fitur permintaan lokalistik
- Fitur perbedaan pengelola irigasi dalam satu daerah irigasi
- Penerapan SMOI di daerah irigasi yang interkoneksi dengan daerah irigasi yang lain.
- Fitur keamanan data.

Hasil analisa statistik terhadap Tingkat keberterimaan aplikasi data tingkat keberterimaan aplikasi SMOI menunjukkan Variabel Kemudahan memiliki pengaruh terhadap. Sikap pengguna SMOI dimana mendapat dukungan sebesar 78,6% responden menjawab setuju serta memiliki tingkat signifikansi 0,044. Variabel manfaat memiliki pengaruh secara signifikan terhadap sikap pengguna SMOI mendapat dukungan sebesar 82,2% responden menjawab setuju serta memiliki tingkat signifikansi 0,790. Hasil tersebut menjelaskan manfaat SMOI lebih mempunyai peranan untuk menggunakan dibandingkan kesulitan yang dihadapi.

Secara teknis SMOI yang terkoneksi dengan AWS terkendala permasalahan stabilitas koneksi jaringan. Selama ini koneksi alat dilapangan dengan server menggunakan provider jaringan GSM. Permasalahan ini coba diatasi dengan pemasangan antena penguat sinyal GSM yang dipasang pada modem.

Masukan dari beberapa diskusi dengan narasumber terkait pengamanan data, ditindaklanjuti dengan penambahan fitur verifikasi pada blangko blangko sesuai dengan tingkat kewenangannya seperti gambar 38 dibawah. Blangko yang diinput oleh mantri akan diverifikasi oleh ranting, begitu juga dengan blangko yang dianalisis oleh ranting akan diverifikasi oleh kasie operasi Kabupaten, dan seterusnya dengan tingkatan yang semakin tinggi.



Gambar 33. Verifikasi Blangko

## BAB V PENUTUP

Sistem Manajemen Operasi Irigasi sampai dengan tahun 2014, dilakukan pengembangan pada beberapa fitur antara lain:

1. Aplikasi Sistem Manajemen Operasi Irigasi (SMOI) mencakup semua daerah irigasi di wilayah Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, DIY, dan Banten.
2. SMOI terkoneksi dengan alat *Automatic Wheater Station* (AWS) yang berfungsi untuk mengambil data klimatologi yang akan digunakan dalam perhitungan satuan kebutuhan air irigasi.
3. Metode perhitungan air menggunakan metode *Net Field Requirement* (NFR) serta metode LPR – FPR (Luas Palawija Relatif – Faktor Palawija Relatif) khusus untuk Jawa Timur.
4. Fitur keamanan data dilengkapi dengan verifikasi blangko dalam setiap tingkatan kewenangan.

Manfaat model sistem ini adalah untuk mempercepat pelaksanaan operasi irigasi, yang selama ini harus dilaksanakan secara berjenjang, sehingga membutuhkan waktu serta SMOI yang terintegrasi dengan perangkat pengukur klimatologi *Automatic Weather Station* (AWS) dapat melakukan perhitungan nilai satuan kebutuhan air sesuai dengan kondisi saat ini.

Evaluasi uji coba dan penerapan model sistem SMOI yang dilaksanakan di dua lokasi, yaitu Daerah Irigasi Boro, Purworejo dan Daerah Irigasi Tajum, Purwokerto dengan metode TAM didapatkan hasil bahwa Variabel Kemudahan memiliki pengaruh terhadap sikap pengguna SMOI dimana mendapat dukungan sebesar 78,6% responden menjawab setuju serta memiliki tingkat signifikansi 0,044. Variabel Manfaat memiliki pengaruh secara signifikan terhadap Sikap pengguna SMOI dimana mendapat dukungan sebesar 82,2% responden menjawab setuju serta memiliki tingkat signifikansi 0,790. Secara teknis SMOI yang terkoneksi dengan AWS dapat terkoneksi dengan baik, dan data klimatologi sebagai dasar perhitungan nilai satuan kebutuhan air dapat digunakan.

Hasil Sistem Manajemen Operasi Irigasi (SMOI) pada tahun 2012 hanya mencakup propinsi Jawa Barat dengan periode pelaporan 7 harian dan perhitungan satuan kebutuhan air berdasarkan input dari user. Pada tahun 2013 pengembangan ada pada cakupan propinsi yang terdiri dari Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, DIY dan Banten dengan periode pelaporan 7,10 dan 15 harian. Sedangkan hasil SMOI tahun 2014 yaitu perhitungan nilai satuan kebutuhan air di blangko 05-O berdasarkan data alat *Automatic Wheater Station* (AWS) yang berfungsi untuk mengambil data. Metode perhitungan air menggunakan metode *Net Field Requirement* (NFR) serta metode LPR – FPR (Luas Palawija Relatif – Faktor Palawija Relatif) khusus untuk Jawa Timur. Fitur keamanan data dilengkapi dengan verifikasi blangko dalam setiap tingkatan kewenangan.

Pendampingan pada saat uji coba aplikasi SMOI harus intensif dilakukan tim mengingat SDM pelaksana operasi irigasi sebagian besar berumur tua dengan dasar pengetahuan komputasi dan mobile browsing yang terbatas, serta SMOI bisa disosialisasikan ke berbagai daerah, agar sistem pemantauan irigasi di semua wilayah dapat dipermudah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arif, S.S., 2003. *Modernisasi Irigasi, Pembaharuan Kebijakan Pengelolaan Irigasi (PKPI) dan Kebutuhan Riset Tentang Irigasi di Masa Depan*, Makalah disajikan dalam pertemuan singkat di Balai Besar Keteknikan Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta, 12 Agustus 2003
- Balai Irigasi. 2011. *Laporan Akhir Kegiatan Pengkajian Efisiensi Penggunaan Air Irigasi Air Tanah*. Balai Irigasi, Puslitbang SDA, Balitbang, Kementerian PU
- Balai Irigasi. 2011. *Laporan Akhir Kegiatan Pengkajian Efisiensi Penggunaan Air Irigasi Permukaan (Otomatisasi Irigasi)*. Balai Irigasi, Puslitbang SDA, Balitbang, Kementerian PU
- Balai Irigasi. 2011. *Laporan Akhir Kegiatan Optimasi Jaringan Irigasi*. Balai Irigasi, Puslitbang SDA, Balitbang, Kementerian PU.
- Balai Irigasi. 2012. *Laporan Akhir Kegiatan Pengembangan Instrumentasi dan Prasarana Irigasi*. Balai Irigasi, Puslitbang SDA, Balitbang, Kementerian PU
- Balai Irigasi. 2012. *Laporan Akhir Kegiatan Pengembangan Modernisasi Irigasi*. Balai Irigasi, Puslitbang SDA, Balitbang, Kementerian PU
- Direktorat Irigasi. 2010. *Standar Perencanaan Irigasi - Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi (KP-01)*. Direktorat Irigasi, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Irigasi. 2011. *Pokok-pokok Pikiran Modernisasi Irigasi di Indonesia: Sebuah Kajian Akademik*. Direktorat Irigasi, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum.
- FAO/RAP. 1997. *Modernization of Irrigation Schemes: Past Experiences and Future Options*. Proceedings of the Expert Consultation, Bangkok, November 1996.
- Hornbuckle et. al., 2009. *Irrisatms- irrigation water management by satellite and sms - a utilisation framework*. Science Report 04/09, CSIRO Land & Water, CSIRO Land and Water, Griffith, NSW, Australia.
- Kraatz, D.B., I.K. Mahajan. 1975. *Small Hydraulic Structures – Volume 1*. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.
- Murty. V.V.N. 1997. *Need, scope and potential for modernization of irrigation system in Asia*. Dalam *Modernization of irrigation scheme : past experiences and future options*. Water report 12. FAO. Rome.
- Oi.S. 1997. *Introduction to modernization of irrigation schemes*. dalam *Modernization of irrigation schemes: past experiences and future options*. Water report 12. Rome: FAO.
- Wolter, H.W. & C. Burt. 1997. *Concepts of modernization. in Modernization of irrigation schemes: past experiences and future options*. RAP Publication 1997/22. Water Report 12. FAO. pp 65-88



