

APLIKASI ICT DAN OTOMATISASI DI TANAMAN PANGAN

Dr. Ir. Astu Unadi, M.Eng.⁽¹⁾

⁽¹⁾*Center for Agricultural Engineering Research and Development Serpong
Tromol Pos 2, Serpong, Tangerang, Banten, 15310, Indonesia
Tel.: +62 2170936787, E-mail: astu.unadi@pertanian.go.id*

Perkembangan dunia industri sudah di pintu masuk ke era Industri 4.0 dimana aplikasi teknologi mengkombinasikan sistem informasi, komunikasi, otomatisasi dan robotik. Revolusi ini telah berlangsung di berbagai sektor tidak terkecuali sektor pertanian. Perkembangan penerapan teknologi pertanian khususnya dibidang pangan dan hortikultura selama satu dasawarsa terakhir ini sebenarnya telah mengarah kepada revolusi Industri 4.0. Salah satu kunci keberhasilan dibidang pertanian adalah adanya ketersediaan air yang erat kaitannya dengan iklim dan perencanaan tanam. Teknologi Komunikasi dan Informasi (ICT) telah diadopsi dan diaplikasikan dibidang pertanian pangan antara lain adalah penerapan AWS Telemetry untuk mendapatkan data iklim real time. Dengan data iklim real time, maka perencanaan tanam dapat disusun secara cepat. Data-data iklim dan data lahan diolah untuk perencanaan tanam dan disebarluaskan secara on-line agar dapat diakses oleh petani. Disamping itu, benih merupakan faktor lain yang menentukan keberhasilan produksi tanaman. Teknologi otomatisasi dan robot telah dikembangkan di bidang pertanian pangan dan hortikultura untuk penyiapan benih secara masal. Tulisan ini bertujuan untuk melihat perkembangan beberapa teknologi informasi dan komunikasi di Indonesia serta otomatisasi dibidang perbenihan tanaman pangan dan hortikultura serta perekayasa yang sedang berlangsung dalam menyongsong revolusi industri 4.0.

Kata kunci: industri 4.0, teknologi komunikasi dan otomatisasi

1. Pendahuluan

Beberapa ahli mendefinisikan pertanian modern dengan suatu sistem pertanian menggunakan teknologi alat dan mesin pertanian yang besar untuk mengkasikan produk pertanian secara berkelanjutan. Sistem pertanian modern menerapkan tiga hal yaitu a) penggunaan benih unggul, b) penggunaan teknologi mekanisasi yang canggih dan c) penggunaan bahan kimia untuk pupuk dan pengendalian penyakit (Sugiarto C, 2017). Dalam era revolusi industri 4.0 seperti sekarang ini, pertanian modern dapat dikaitkan dengan penggunaan teknologi informasi dan komunikasi untuk memberikan informasi yang akurat dalam perencanaan tanam sampai pemasaaaran dan teknologi otomatisasi sampai dengan robotik untuk memproduksi benih maupun produk pertanian serta pengolahan hasil untuk meningkatkan nilai tambah. Dalam 1-2 dasawarsa terakhir, Kementerian Pertanian telah memulai mengaplikasikan teknologi komunikasi dan informasi serta otomatisasi untuk budidaya tanaman pangan dan hortikultura dalam memenuhi kebutuhan masyarakat,

Air irigasi, benih dan mekanisasi pertanian merupakan input produksi dan sarana yang sangat

vital didalam memproduksi bahan pangan. Teknologi komunikasi dan informasi di bidang tanaman pangan berupa stasiun pemantau iklim (Automatic Weather Station/ AWS) telemetri telah direkayasa dan diaplikasikan oleh Badan Litbang Pertanian Kementerian Pertanian untuk memantau data iklim secara real time dan mengirimkan data tersebut ke stasiun iklim di Bogor (Astu dkk, 2004). AWS telemetri ini menggunakan teknologi komunikasi GSM yang dikembangkan dari telepon mobi. Data iklim yang dipindai dari sensor, direkam dan disimpan sementara di didalam data logger kemudian di pindahkan ke sistem GSM untuk di kirimkan ke stasiun pengendali iklim.

Pada tahun 2007 Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian telah menyusun peta kalender tanam tanaman padi sebagai panduan waktu tanam padi bagi penyuluh dan petani di setiap kecamatan di seluruh Indonesia (Ramadhani dkk, 2013). Kalendern tanam yang dikembangkan ini menggunakan Teknologi Informasi dan Komunikasi (ICT). Saat ini peta kalender tanam tersebut telah berkembang menjadi Sistem Kalender Tanam Dinamis. Dalam perkembangannya, Kalender Tanam Dinamik disempurnakan menjadi Kalender Tanam Terpadu.

Keunggulan dari sistem informasi dan komunikasi dari kalender tanam terpadu ini adalah pengguna khususnya petani dan penyuluh dapat memperoleh Informasi awal waktu tanam dengan mudah secara on-line pada setiap level kecamatan yang meliputi 7.042 Kecamatan, 514 Kabupaten dan 34 Provinsi. Demikian juga informasi wilayah rawan terkena bencana kekeringan, banjir dan serangan organisme pengganggu tanaman (OPT), informasi rekomendasi varietas, benih, pupuk, dan mekanisasi pertanian yang perlu disiapkan sebelum masuk periode musim tanam berikutnya. Informasi berbasis website, bisa diakses melalui <http://katam.info> atau <http://katam.litbang.deptan.go.id>.

Sistem informasi katam terpadu berisikan:

a) Peta dan data interaktif, b) rekomendasi varitas, pupuk, pestisida dan alsintan, c) grafik rawan musim, dan d) monitoring Online untuk melihat kondisi terkini pada 55 titik lokasi di Lampung, Jawa dan Bali. Selain Web, juga bisa dilihat melalui SMS. Kalender tanam berdasar web saat ini telah di aplikasikan hampir diseluruh wilayah Indonesia. Otomatisasi dibidang perbenihan hortikultura juga sedang dikembangkan. Dari sub sektor pertanian pangan dan hortikultura, telah dikembangkan unit mesin penyemai benih hortikultura dari biji yang berukuran kecil khususnya cabai dan bawang merah (Astu dkk, 2017). Mesin ini dirancang untuk menyemai benih hortikultura kedalam nampan semai ber pot untuk skala industri. Mesin ini telah dirancang menggunakan sistem mekanik, pneumatik dan elektronik.

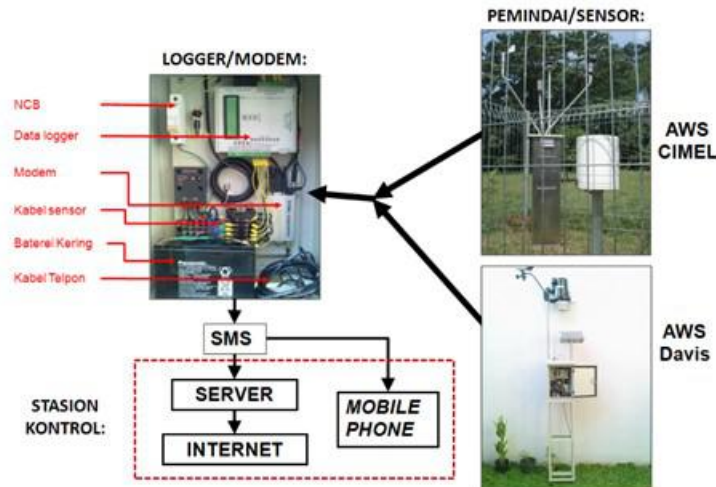
2. Perkembangan Aplikasi ICT dan Otomatisasi di Bidang Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura.

Dalam bab ini akan diuraikan aplikasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (ICT) serta teknologi otomatisasi di bidang pertanian pangan dan hortikultura.

2.1. Aplikasi ICT untuk mencatat dan mengirimkan data iklim dan permukaan air sungai secara otomatis dan real time (AWS dan AWLR Otomatis dan telemetri).

Data iklim real time sangat diperlukan didalam perencanaan produksi tanaman danantisipasi terjadinya kegagalan panen karena bencana banjir, kekeringan dan ledakan serangan hama. Beberapa permasalahan di dalam pengelolaan stasiun iklim antara lain adalah pencatatan dan pengirimannya data dari stasiun pengamat iklim ke institusi yang bertanggungjawab untuk mengumpulkan, menganalisis dan menginformasikan ke pengguna. Otomatisasi pencatatan dan pengiriman data iklim telah diupayakan sejak tahun 1999 melalui penggunaan kaset dan kemudian tahun 2004 melalui pemasangan AWS dengan telpon kabel. Meskipun upaya tersebut telah dilakukan, namun akses ke sumber data masih mengalami kesulitan karena petugas harus datang untuk mengambil data secara periodik di stasiun AWS dan AWLR yang beberapa diantaranya sulit dijangkau. Dengan demikian, karena lokasi AWS pada umumnya sangat jauh dari kota, maka komunikasi lewat telpon kabel secara “real time” sangat sulit dilakukan.

Penggunaan sistem GSM untuk telekomunikasi pada tahun 2004 sangat populer dan dapat dilakukan di hampir seluruh wilayah NKRI dan murah. Salah satu teknik yang dapat menjadi alternatif untuk AWS dan AWLR telemetri adalah penggunaan teknologi SMS (*shortage massage service*). AWS yang dikembangkan (Gambar 1) telah diaplikasikan untuk memindai, mengirimkan data iklim dan mengedalikan waktu pengiriman dari jarak jauh dengan tambahan instrumen untuk memindai berbagai variabel iklim dan tinggi muka air sungai (Astu dkk, 2004). Data yang dipindai oleh sensor yang berupa besaran listrik, dan besaran lainnya dikendalikan dan disimpan sementara oleh data logger. Data dalam data logger kemudian diakses dari jarak jauh melalui modem sistem GSM yang dipasang dalam satu shelter dengan data logger tersebut. Dengan bantuan perangkat lunak, waktu akses data dapat dikendalikan sesuai dengan yang dikehendaki. Data logger telah dirancang dan dikembangkan untuk menyempurnakan AWS dan AWLR yang telah ada serta dapat dipasang pada AWS dan AWLR baru.



Gambar 1. Prototipe AWS telemetri.

AWS dan AWLR telemetri terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari:

- Pemindai (sensor) parameter iklim (curah hujan, suhu, kelembaban, kecepatan angin, intensitas radiasi matahari)
- Data logger multi fungsi untuk mendigitasikan besaran yang dipindai oleh sensor
- Modem GSM dan sistem komunikasi dua arah
- Stasiun penerima yang terdiri dari seperangkat PC yang sudah ada.

Disamping perangkat keras AWS dan AWLR, juga dikembangkan perangkat lunak/program komputer untuk mengendalikan AWS dan AWLR telemetri dalam pencatatan, penyimpanan dan pengiriman data jarak jauh, serta memberikan peringatan bila ada kerusakan pada komponen fisik. Terdapat dua perangkat lunak yang dikembangkan, yaitu (1) perangkat lunak (*soft-ware*) yang dibangun pada data logger dan dikembangkan dalam bahasa mesin, berfungsi untuk mengendalikan kerja logger dalam membaca hasil pengamatan sensor dan menyimpan data sementara, serta untuk berkomunikasi dengan pusat pengelolaan data di Bogor, dan (2) perangkat lunak yang berfungsi untuk membaca data hasil pengamatan dari logger dan memindahkannya ke komputer di pusat pengelolaan data di Bogor. Pada tahap ini dilakukan pemrograman pada perangkat keras Program Language Controller (PLC) agar

dapat berkomunikasi dengan data logger, dan pemrograman antarmuka menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0 untuk komunikasi data melalui SMS sekaligus dapat berkolaborasi/sinkronisasi dengan Sistem Informasi Iklim yang telah dikembangkan di Balitklimat sejak tahun 2004.

AWS Telemetri yang dipasang di Sumatera Barat adalah dengan memanfaatkan sensor-sensor pada AWS yang sudah ada untuk mengukur peubah cuaca, kemudian melakukan penyempurnaan dan pengaturan pada sistem operasi logger, pembacaan dan penyimpanan data. Penyimpanan data hasil pengukuran dilakukan dengan dua cara, (1) menggunakan sistem kaset sebagaimana yang terdapat pada sistem pencatatan sebelumnya, dan (2) mengembangkan sistem pengiriman data ke komputer di stasiun pengendali secara berkala dengan bantuan data logger dan modem GSM.

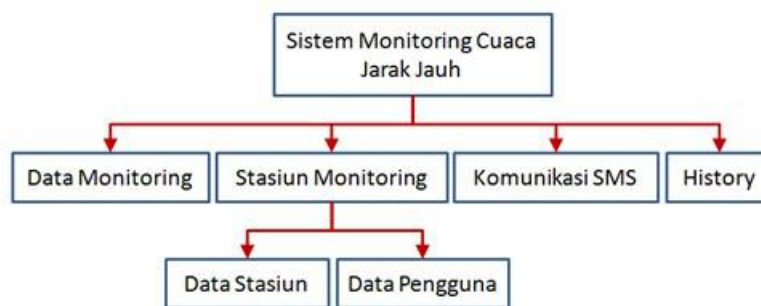
Untuk AWLR Telemetri, dilakukan perancangan dan perakitan sensor, data logger dan modem yang baru menggunakan komponen sensor-sensor, data logger dan modem yang dirakit di dalam negeri. Terdapat dua sistem sensor yang dapat digunakan, namun mengingat bahwa pasang surut permukaan air sungai di lokasi penelitian cukup beragam dan memerlukan pengamatan yang teliti, maka sistem sensor untuk pengamatan tinggi muka air menggunakan sistem pelampung (gambar 2).



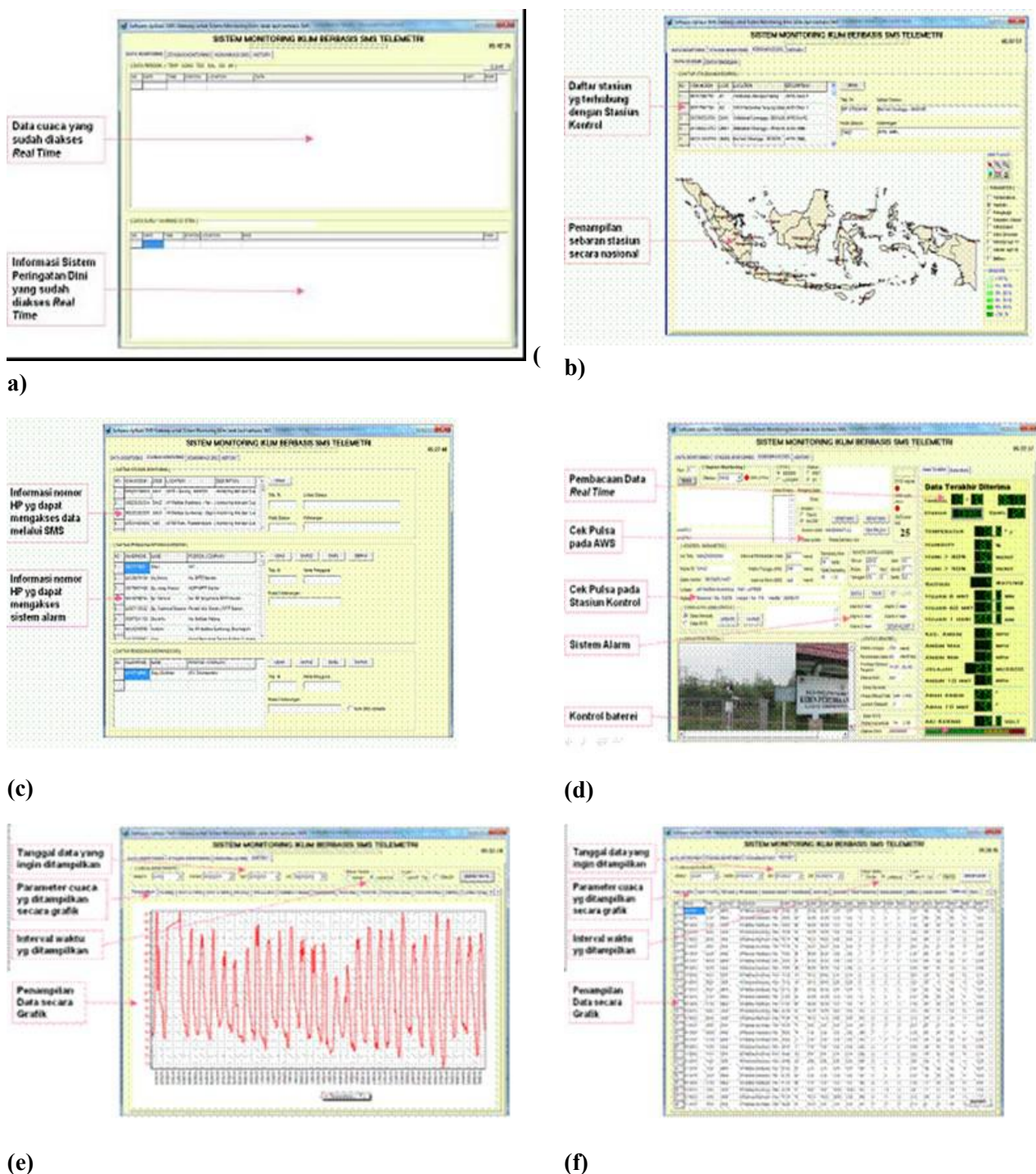
Gambar 2. Prototipe AWLR telemetri

Pada pusat pengendali data, terdapat pengembangan sistem menu pada perangkat lunak muka-temu (*Interface*) untuk pengelolaan data cuaca di pusat pengendali AWS Telemetri (Gambar 3). Sistem Monitoring Cuaca Jarak jauh terbagi

dalam empat bagian menu, yaitu (1) Data Monitoring, (2) Stasiun Monitoring, (3) Komunikasi SMS, dan (4) History. Menu Stasiun Monitoring terbagi kedalam dua sub-menu, yaitu (1) Data Stasiun, dan (2) Data Pengguna (Gambar 4



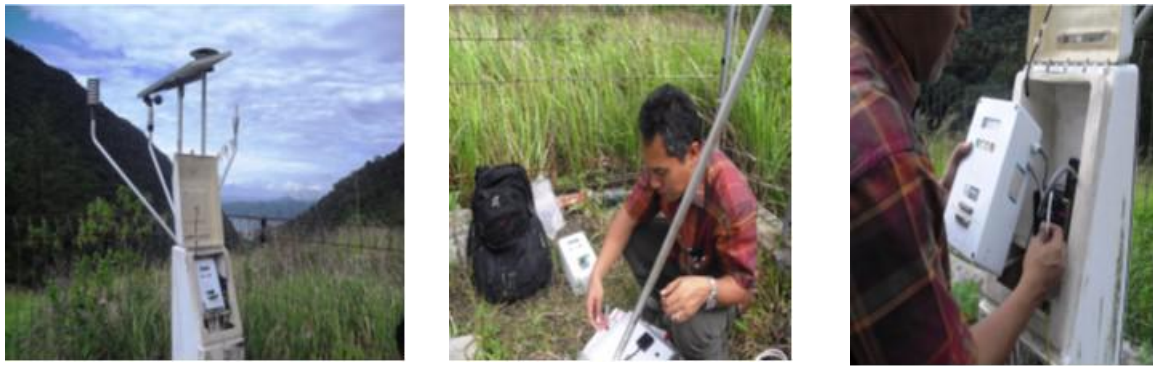
Gambar 3. Diagram sistem menu pada piranti lunak AWS Telemetri.



Gambar 4. (a).Tampilan menu Data Monitoring pada komputer di stasiun pengendali, (b). Tampilan menu STASIUN MONITORING sub-menu DATA STASIUN, (c). DATA PENGGUNA pada komputer di stasiun pengendali. (d) menu Komunikasi SMS pada Sistem

AWS telemetri telah dirakit dan dipasang antara lain di Sumatera Barat (Gambar 5) dan AWLR Kalimantan Selatan. Sistem AWS dan AWLR Telemetri ini mampu mempercepat sistem *delivery* data iklim dan hidrologi dari satu bulan

menjadi satu hari. AWS Telemetri ini telah mendapatkan patent dan dilisensi oleh perusahaan didalam negeri serta dipasarkan di beberapa perusahaan perkebunan



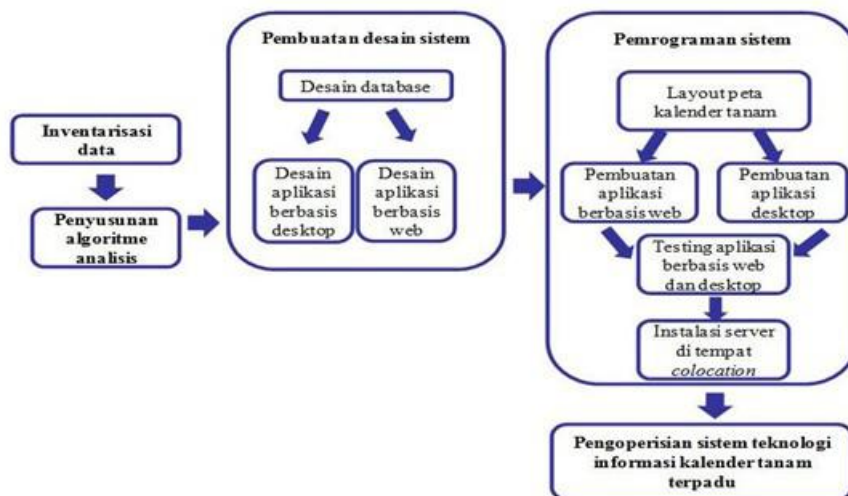
Gambar 5. Pemasangan AWS Telemetry di Sumatera Barat

2.2. Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu

Perubahan iklim merupakan fenomena alam yang sering terjadi dan berdampak pada keberhasilan dalam budidaya tanaman pangan. Setiap tahun petani dihadapkan perubahan iklim yang ekstrim, baik kering (El-Nina), maupun basah (La-Nina) yang menyebabkan banjir, kekeringan dan ledakan hama. Kalender Tanam Terpadu (KATAM) merupakan teknologi yang memuat berbagai informasi tanam dari tingkat provinsi hingga tingkat kecamatan di seluruh Indonesia yang diperbaiki tiap musim dan diperbarui tiap dua

bulan sekali dengan data terbaru dan kecocokan unsur hara dari tiap propinsi di Indonesia.

Kalender tanam telah disusun berdasarkan **potensi dan dinamika sumberdaya iklim dan ketersediaan air menggunakan tiga skenario iklim La-Nina (basah), El-Nino (kering), dan Normal** melalui proses: inventarisasi data, penyusunan algoritme analysys, pembuatan disain sistem, pemrograman sistem sampai dengan pengoperasian sistem seperti terlihat pada Gambar 6 (Ramadhani dkk, 2013).



Gambar 6. Alur pengembangan sistem teknologi informasi kalender tanam terpadu

Sistem Informasi Kalender Tanam (Katam) Terpadu ini memberi informasi prediksi awal waktu dan luas tanam musim tanam ke depan, yang dilengkapi dengan informasi rawan bencana banjir, kekeringan dan OPT, serta rekomendasi teknologi berupa varietas, benih, pemupukan dan alsintan

pada level provinsi sampai dengan tingkat kecamatan, di seluruh Indonesia. Sistem ini disusun berdasarkan prakiraan iklim per musim yang diintegrasikan dengan rekomendasi pemupukan, benih dan pengelolaan hama terpadu (PHT), ketersediaan dan kebutuhan alsintan.

Peta Kalender Tanam (KATAM) merupakan peta yang menggambarkan potensi pola dan waktu tanam untuk tanaman pangan (padi dan palawija) untuk memberikan informasi spasial dan tabular pola tanam dan potensi luas areal tanam tanaman pangan pada lahan sawah berdasarkan variabilitas dan perubahan iklim hingga tingkat kecamatan. Contoh informasi kalender tanam terpadu dapat dilihat pada gambar 7.

Penyusunan Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu semi dinamik sudah diawali sejak 2007 dengan mulai disusunnya Atlas dan Peta Kalender Tanam Padi Sawah di Pulau Jawa (Volume I, 2007), diikuti Pulau Sumatera (Volume II, 2008), Kalimantan (Volume III, 2009) dan Sulawesi (Volume IV, 2009), serta Bali, Maluku, Nusa Tenggara dan Papua (Volume V, 2010). Informasi Kalender Tanam ini sudah mendapatkan perlindungan HaKI dan dapat digunakan untuk masyarakat yang memerlukannya.



Gambar 7. Contoh informasi kalender tanam terpadu secara spasial untuk (a) waktu tanam, (b) banjir, (c) kekeringan, (d) serangan OPT, (e) rekomendasi varietas, dan (f) kebutuhan pupuk.

Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu (selanjutnya disebut Katam Terpadu) berbasis web di-launching pada 27 Desember 2011 dengan diterbitkannya secara online Katam Terpadu ver 1.0 yang memuat informasi Katam Terpadu MT I (MH) 2011/2012 (Haryono dkk 2013). Katam terpadu versi 1.0 terus diupdate dan pada tahun 2018, Katam terpadu telah menjadi Versi 2.6. (Gambar 8).

Pada tahun 2013 telah dikembangkan sistem delivery informasi Katam Terpadu melalui sms dan aplikasi berbasis android. Kelebihan sistem

delivery dengan SMS (Short Message Service) dapat dilakukan melalui personal handphone masing-masing pengguna yang dihubungkan dengan SMS Center Katam terpadu (082-123-456-500/ 082-123-456-400), sedangkan untuk aplikasi android sebagai aplikasi katam terpadu versi ringan yang dapat digunakan melalui tablet atau telpon pintar (smartphone) yang bersistem operasi android. Alamat yang dapat diakses adalah: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.litbang.katamterpadu>.



Gambar 8. Tampilan informasi kalender tanam terpadu untuk (a) waktu tanam, (b) banjir, (c) kekeringan, (d) serangan OPT, (e) rekomendasi varietas, dan (f) kebutuhan pupuk

2.3. Otomatisasi System Perbenihan

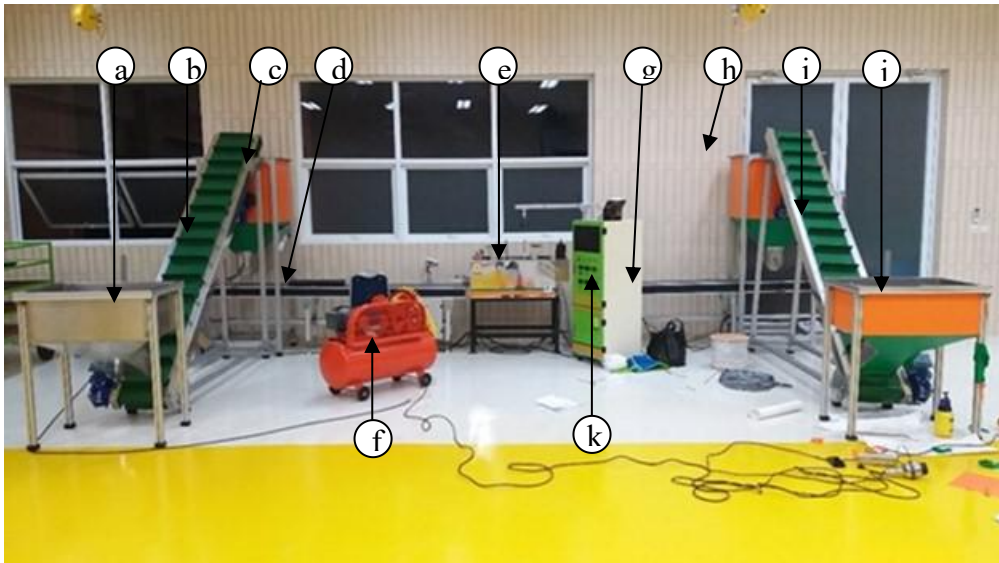
Otomatisasi di bidang pertanian untuk pangan telah diterapkan dalam perbanyak benih tanaman hortikultura dalam bentuk rancangan mesin persemaian otomatis terintegrasi menggunakan sistem pneumatronik.

Bawang merah dan cabai merupakan dua komoditas hortikultura prioritas dalam pembangunan pertanian. Produksi bawang merah 2 tahun terakhir meningkat yaitu 1.125.247 ton tahun 2015 menjadi 1.172.663 ton tahun 2016, dan produksi tahun 2005 hanya sekitar 847.883 ton (Anonim, 2006; Prihtiyani, 2009; Anonim, 2013; BPS, 2017). Produktivitas bawang merah nasional masih rendah yaitu sebesar 9.28 ton/ha

Dengan berkembangnya teknologi budidaya, bawang merah mulai dibudidayakan dengan menggunakan biji botani bawang merah (True Shallot Seed/TSS) seperti halnya dalam budidaya cabai. Penanaman bawang merah melalui TSS mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan umbi bibit, antara lain volume kebutuhan benih TSS lebih sedikit (3-6 kg/ha) daripada umbi bibit (1 - 1,5 ton/ha), pengangkutan dan penyimpanan TSS lebih mudah, benih dapat disimpan lebih lama dan lebih murah/, tanaman asal TSS lebih sehat karena TSS bebas patogen penyakit seperti yang sering terbawa pada umbi bibit dan menghasilkan umbi berkualitas lebih baik yaitu lebih besar. Namun demikian penggunaan TSS untuk budidaya bawang merah belum banyak dilakukan di Indonesia karena beberapa kendala

antara lain; TSS berukuran kecil, ringan dan amorp sehingga menyulitkan pekerjaan dalam tanam langsung maupun persemaian. Kebutuhan benih siap pindah tanam sangat besar yaitu sekitar 800 000/ha (Hermawan C., 2016), sementara harga benih semai siap pindah bervariasi antara Rp 60,- s/d Rp 100,-/tanaman bahkan sampai Rp 300/tanaman. Untuk mempermudah, mempercepat dan menurunkan harga benih semai diperlukan mesin penyemaian dari TSS maupun biji yang berukuran kecil secara otomatis terintegrasi, untuk meningkatkan presisi pembenihan, kapasitas penyiapan bibit, efisiensi waktu dan tenaga kerja yang akhirnya dapat menekan biaya.

Pada tahun 2017 telah direkayasa mesin pembibitan bawang merah dari TSS dan benih hortikultura lainnya yang berukuran kecil secara otomatis dan terintegrasi di Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong (Astu U. dkk., 2017). Rangkaian mesin ini terdiri dari beberapa bagian utama antara lain: penyiapan media tanam, pengangkut dan pengisi media tanam ke nampan semai, penugal, penakar dan peletak benih ke setiap pot pada nampan semai, penutup media apa benih yang telah disemai dalam nampan dan pengangkutan nampan persemaian ke troli. Proses persemaian ini berlangsung secara otomatis dalam waktu yang cepat. Secara keseluruhan, rangkaian mesin semai benih hortikultura otomatis sistem pneumatronik terlihat pada Gambar 9 dan 10



Gambar 9. Unit mesin penyemai benih bawang merah dan cabai otomatis sistem pneumatik nampak keseluruhan tampak depan

Keterangan Gambar 9:

- a. Hopper pemasok media tanam
- b. Konveyor miring untuk mengangkat dan mengisi media tanam kedalam hopper pengisi media tanam
- c. Hopper pengisi media tanam dan mesin penabur media tanam ke nampan persemaian yang terletak di bagian bawah hopper ini.
- d. Konveyor horisontal untuk membawa nampan persemaian ber pot untuk penanaman benih
- e. Mesin semai otomatis sistem Pneumatik kerja Ganda
- f. Kompresor
- g. Konveyor horisontal untuk membawa nampan persemaian yang sudah ditaburi media tanam dan benih
- h. Hopper penutup media tanam dan mesin penabur media tanam ke nampan persemaian yang sudah berisi benih, terletak di bagian bawah hopper ini.
- i. Konveyor miring untuk mengangkat dan mengisi media tanam kedalam hopper mesin penabur media tanam
- j. Trolley pengangkut nampan persemaian (jumlah 2 unit)
- k. Panel monitor dan kontrol



Gambar 10. Mesin semai otomatis sistem pneumatik dan pengendalinya

Hasil unjuk kerja untuk menyemaikan TSS menunjukkan kapasitas unit mesin penyemai benih otomatis adalah 7-10 detik setiap nampan semai yang berisi 105 pot, atau 37.800 sampai 54.000 pot/jam, dengan jumlah benih 2-3 biji/pot, dengan jumlah benih yang tumbuh 80,75% menggunakan benih dengan daya kecambah 85%. Mesin dioperasikan oleh 2 orang operator.

2.4. Perencanaan yang sedang berlangsung terkait dengan otomatisasi dan pemanfaatan ICT.

Salah satu tujuan dalam pemanfaatan ICT dan Otomatisasi di bidang pertanian adalah optimalisasi pemanfaatan sumberdaya khususnya tenaga kerja sehingga proses produksi pertanian lebih mudah, cepat dan murah yang pada akhirnya akan meningkatkan daya saing produk pertanian Indonesia. Didalam menyongsong revolusi industri 4.0. Kementerian Pertanian sedang berupaya untuk mengembangkan pertanian modern antara lain pemanfaatan ICT dan otomatisasi di sektor pertanian khususnya tanaman pangan dan hortikultura. Saat ini Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian sedang melakukan beberapa kegiatan penelitian dan perencana terkait dengan pemanfaatan ICT dan otomatisasi proses produksi pertanian antara lain: 1) Pengembangan Smart Green House yang dikendalikan melalui sistem Android, 2) Autonomous traktor dan 3) Pemanfaatan untuk UPJA On-Line dan 4) Pengembangan robot untuk menyambung benih tanaman (grafting).

3. Penutup

Didalam pengembangan pertanian modern menyongsong revolusi industri 4.0 di bidang pertanian, pemanfaatan teknologi terkini berupa *Information dan Communication Technology* tidak dapat terelakkan. Berbagai teknologi informasi dan komunikasi serta otomatisasi sampai dengan robot telah dan sedang dikembangkan serta diaplikasikan dibidang pertanian khususnya untuk tanaman pangan dan hortikultura. Teknologi tersebut masih perlu terus dikembangkan dan disosialisasikan guna memberikan manfaat bagi pengguna khususnya petani dalam mengoptimalkan sumberdaya pertanian. Dengan pemanfaatan teknologi tersebut diatas diharapkan daya saing produk pertanian akan meningkat.

4. Daftar Pustaka

- Anonim, 2013. Panduan Operasional. Penanaman Benih Bawang Merah (TSS=True Shallot Seed) menjadi Umbi Bibit dan Umbi Konsumsi Berkualitas. Technical Team Bawang Merah, PT East West Seed Indonesia Purwakarta Indonesia, Edisi ke-2 Tahun 2013.
- Nani Sumarni dan Achmad Hidayat. 2005. Budidaya Bawang Merah. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Panduan Teknis PTT Bawang Merah No.3, tahun 2005. Penerbit Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Nani Sumarni, Suwandi, Sartono dan Neni Gunaeni. 2012. Perbaikan Teknologi Produksi TSS Untuk Meningkatkan Pembungaan dan Pembijian Bawang Merah. Laporan Akhir-Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perencana, Kementerian Riset dan Teknologi 2012.
- Roslani. 2012. Teknologi Perbenihan Bawang Merah Melalui *True Shallot Seed* untuk menyediakan Kebutuhan Benih Bermutu Berkesinambungan. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, Lembang-Bandung Barat.
- Suwandi, (2015). Teknologi perbenihan bawang merah melalui TSS. Badan Litbang Kementerian Pertanian.
- Unadi A, Pramudia, A, Pujilestari N dan Servina Y. 2010. Peningkatan Percepatan *Delivery Data* Iklim dan Hidrologi Melalui Pengembangan Perangkat AWS Dan AWLR Telemetri dengan Sistem "Real Time". *Seminar Evaluasi Hasil kerjasama RISTEK 29 November 2010*.
- Unadi A, Suparlan Dan Teguh WW (2017). Rancang Bangun Mesin Penyemai Bawang Merah Dan Cabai Otomatis (*Automatic Seedling Machine For Shallot And Chili Pepper*) Laporan Akhir Kegiatan Perencanaan, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Badan Litbang Pertanian.

- Ramadhani F., Runtunuwu E. dan Syahbuddin H (2013). **Sistem Teknologi Informasi Kalender Tanam Terpadu**. *Informatika Pertanian, Vol. 22 No.2, Desember 2013 : 103 – 112.*
- Sugiarto C. (2016). *Pertanian Modern Indonesia Saat Ini Dan Di Masa Depan*
- Haryono, Nursyamsi D. dan Syahbuddin H (2013). *Kalender Tanam Terpadu*, IAARD Press, Badan Litbang Pertanian.
- Ramadhani F, Syahbudin H, Runtunuwu E. 2015. *Sistem Teknologi Informasi Kalender Tanam Terpadu*