

PENGEMBANGAN HMI UNTUK SISTEM OTOMASI PENGOLAHAN AIR GAMBUT

HMI DEVELOPMENT FOR PEAT WATER TREATMENT AUTOMATION SYSTEMS

Imamul Muchlis

Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian LIPI
Kompleks Puspiptek Gedung 417, Setu, Tangerang Selatan 15314
imamul56@gmail.com

ABSTRAK

*Human Machine Interface (HMI) adalah perangkat lunak antarmuka yang menjadi penghubung antara manusia dan mesin atau proses. Sistem proses yang otomatis tanpa HMI menyulitkan operator untuk mengetahui keadaan proses dan melaksanakan langkah-langkah segera untuk mengatasi setiap penyimpangan. Pada kegiatan penelitian kompetitif tahun 2014, HMI dibuat untuk sistem pengolahan air-gambut otomatis. Tahap pengembangan HMI pada *personal computer* meliputi teknik antarmuka pengguna secara grafis, pemrograman HMI dengan menetapkan *tag* elemen layar, integrasi ke dalam perangkat PLC menggunakan *ethernet*, dan uji coba HMI terhadap sistem pengolahan air-gambut otomatis. Hasil pembuatan HMI berupa visualisasi secara grafis di layar komputer tentang pengolahan air-gambut, status peralatan, dan variabel proses. Melalui layar HMI, operator dapat menjalankan dan menghentikan sistem pengolah serta mengatur parameter pengendalian. Adanya HMI membuat pengoperasian pengolahan air-gambut menjadi mudah, efisien, dan menyenangkan.*

Kata Kunci: otomasi industri, antarmuka manusia mesin, antarmuka pengguna grafis, PLC, pengolah air-gambut

ABSTRACT

HMI is a software interface that links human with machine or process. Automatic process system without HMI makes it difficult for the operators to know the state of the process and implement immediate steps to resolve any deviations. In a competitive research activity in 2014, a HMI was made for automated peat-water treatment systems. The development phase of HMI on a personal computer includes graphical user interface techniques, HMI programming by specifying tag screen elements, integration into a PLC device using ethernet, and trials the HMI to the peat water automated peat-water treatment system. The result of the development of HMI is the graphical visualization on a computer screen about peat-water treatment, equipment status, and process variables. Through the HMI screen, the operator can run and stop the processing systems and adjust the control parameters. HMI makes operation of water treatment-peat becomes easy, efficient, and fun.

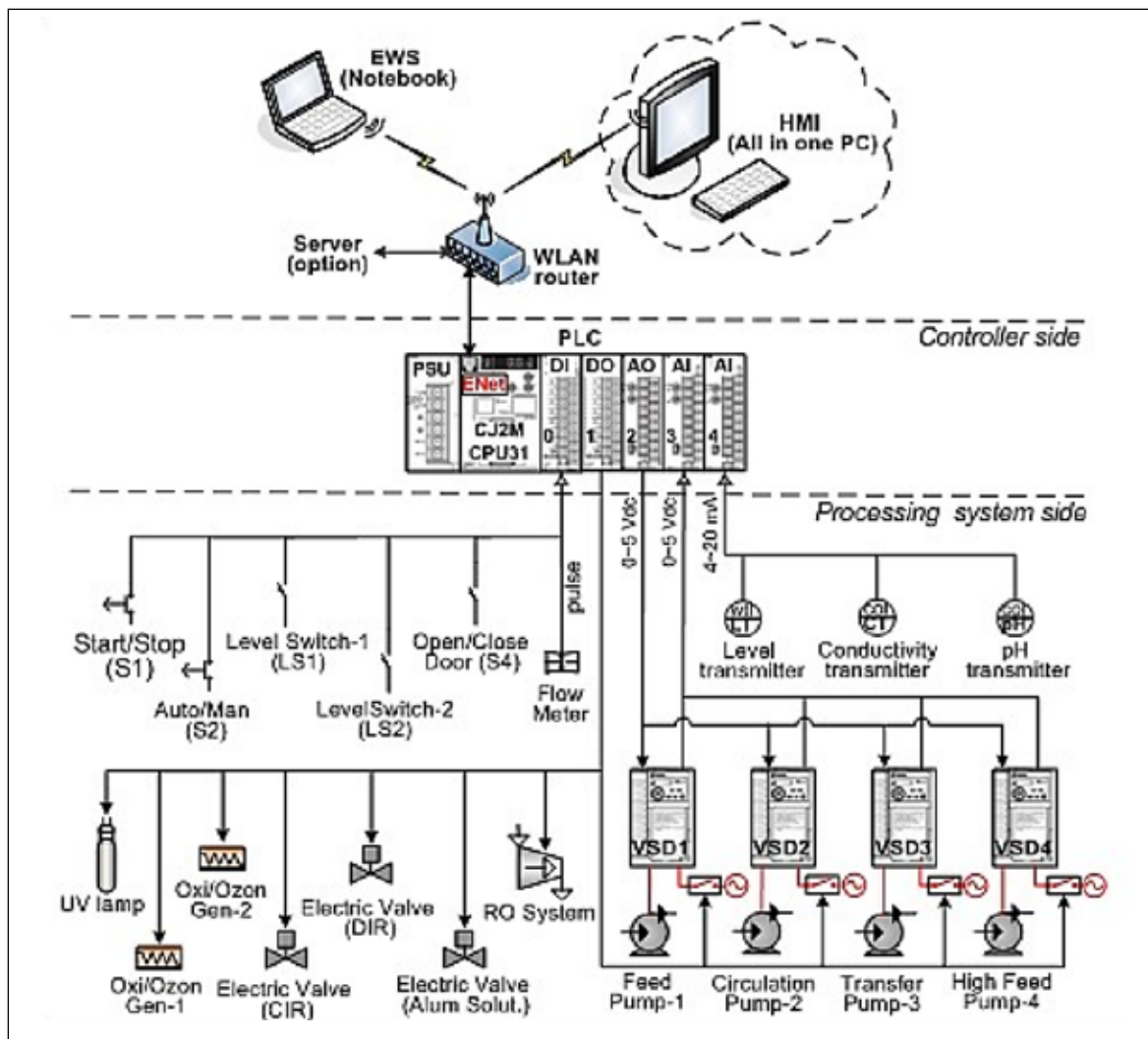
Keywords: industrial automation, human machine interfaces, graphical user interface, PLC, peat-water treatment

1. PENDAHULUAN

HMI merupakan bagian dari sistem otomasi proses atau mesin. Lebih lanjut, HMI adalah perangkat lunak berupa tampilan *graphical user interface (GUI)* pada layar komputer yang menjadi penghubung antara pengguna dan proses atau mesin. Melalui HMI, pengguna dapat mengetahui keadaan proses atau mesin secara visual dan segera mengatasi penyimpangan yang terjadi.

Otomasi sistem pengolahan air-gambut terlaksana pada kegiatan penelitian kompetitif tahun 2014. Sebagai bagian dari sistem otomasi, HMI diperlukan oleh pengguna untuk

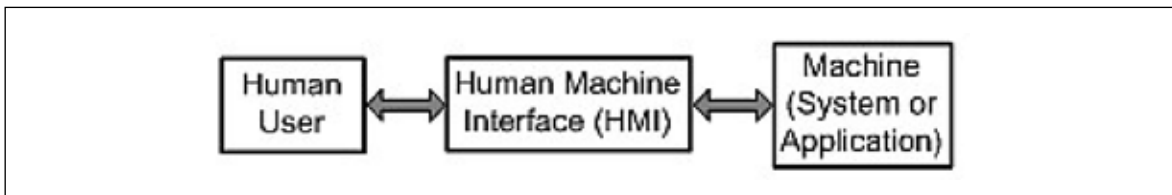
berinteraksi dengan sistem pengolah. Makalah ini membahas tentang HMI yang menyajikan visualisasi pengendalian pengolahan air-gambut di layar komputer. HMI dikembangkan dengan menggunakan perangkat lunak *KingView* yang mampu berkomunikasi dengan PLC-Omron Seri CJ2M. Pemrograman divais PLC untuk aplikasi otomasi menggunakan perangkat lunak *CX-programmer*. Integrasi HMI ke dalam perangkat PLC menggunakan *ethernet* dan didukung oleh *driver* yang tertanam pada perangkat lunak *KingView*.



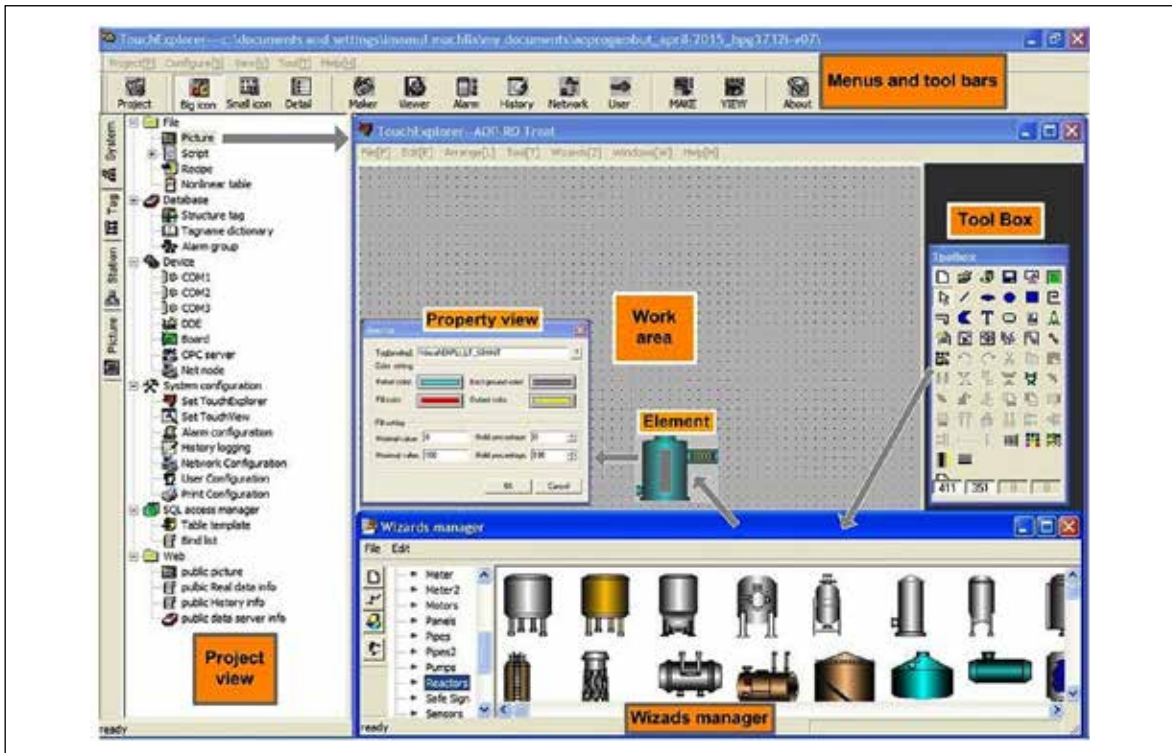
Gambar 1. Konfigurasi Sistem Perangkat Keras untuk Pengolahan Air-gambut

Konfigurasi sistem perangkat keras untuk pengolahan air-gambut adalah seperti Gambar 1. Komputer HMI berperan sebagai antarmuka antara pengguna dan sistem proses. *Engineer workstation* (EWS) digunakan untuk mengembangkan program otomasi, unduh dan unggah program dari dan ke PLC serta diagnostik program secara daring. WLAN *router* berfungsi untuk mengatur lalu lintas data melalui jaringan lokal nirkabel antara komputer HMI, PLC, dan EWS. Kanal *input-output* PLC terhubung dengan berbagai divais pada sistem pengolah, yaitu enam kanal *input-digital* untuk memindai sinyal diskrit yang dibangkitkan oleh tombol, saklar, dan *flow meter*. Sebelas kanal *output-digital* membangkitkan sinyal diskrit untuk menggerakkan katup-elektrik, menyalakan

lampu UV, menjalankan generator oksigen dan generator ozon, menjalankan sistem RO, dan mengaktifkan daya listrik *Variable Speed Drive* (VSD). Tiga kanal *input-analog* untuk memindai sinyal arus 4–20 mA di bangkitkan oleh *transmitter* level, *transmitter* konduktivitas, dan *transmitter* pH. Empat kanal *input-analog* untuk memindai sinyal tegangan 0–5 Vdc dibangkitkan oleh VSD. Empat kanal *output-analog* membangkitkan sinyal tegangan 0–5 Vdc untuk mengatur frekuensi VSD. Kecepatan pompa pemasok (*Feed Pump-1*) dengan umpan balik level diatur dengan menggunakan kendali *proportional integral derivative* (PID). Katup-elektrik (*alum solution*) dengan umpan balik pH diatur dengan menggunakan kendali PID dan *time proportional output* (TPO).^{[1][2][3]}



Gambar 2. Sistem Manusia Mesin



Gambar 3. Antarmuka Pengguna KingView

2. TEORI

Seluruh sistem dari pengguna manusia, antarmuka manusia–mesin, dan mesin disebut sistem manusia–mesin (*human–machine system*), seperti terlihat pada Gambar 2. Kelas pengguna manusia yang mungkin terlibat adalah operator, insinyur, dan personel pemeliharaan. Mereka membutuhkan informasi yang berbeda, tetapi saling terkait.^[4]

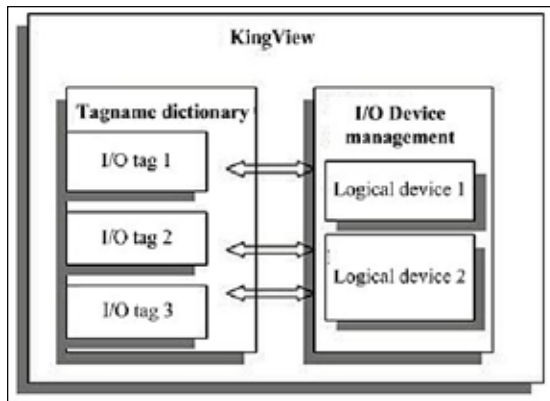
HMI dapat didefinisikan sebagai interaksi antara sistem PLC dan operator, interaksi diwakili oleh layar dengan ikon dinamis, angka, dan teks. Operator dapat memantau produksi dan mengendalikannya ke tingkat tertentu dengan bantuan panel HMI. Fitur yang penting dimiliki HMI, yaitu grafis dengan resolusi tinggi untuk representasi realistis tentang mesin atau proses, alarm, *trend*, simulasi, pesan, animasi peralatan berbasis standar operator, pengurangan biaya perangkat-keras, dan komunikasi, seperti *serial*

port (SP), *ethernet*, *data highway plus (DHP)*, dan *dynamic data exchange (DDE)*.^[5]

2.1 Perangkat Lunak KingView^[6]

Perangkat lunak *KingView* cocok digunakan sebagai perangkat lunak HMI di berbagai aplikasi, di mana kendali operator dan pemantauan di lapangan diperlukan, baik dalam produksi maupun otomatisasi proses. *KingView* adalah rekayasa perangkat lunak berbasis Windows yang dikembangkan oleh perusahaan *Wellin Control Technology* untuk membuat layar HMI. Perangkat lunak *KingView* pada dasarnya terdiri atas *project view*, *work area*, *tool box*, *wizards manager*, dan *property view* (Gambar 3).

Program *KingView* menganggap divais yang dapat bertukar data dengannya sebagai perangkat perifer. Pertukaran data terjadi melalui *tag-I/O*, hanya bila perifer didefinisikan. Setiap nama divais adalah nama logik perangkat



Gambar 4. Hubungan antara *Tag-I/O* dan Divais-logik

yang aktual dan sebenarnya. Tiap-tiap nama divais-logik memiliki *driver* yang sesuai dengan divais aktualnya. Tiap-tiap perangkat-I/O harus memiliki nama divais-logik yang unik, terutama sejumlah divais-I/O dengan model perangkat yang sama. Untuk mendefinisikan divais periferal secara layak, *KingView* menyediakan fasilitas *device configuration wizard*. Parameter konfigurasi terdiri atas nama pabrikan, nama divais-logik, modus komunikasi, nama logik, dan alamat divais. Hubungan antara *tag-I/O* dan nama divais-logik adalah seperti Gambar 4.

Variabel yang terkait dengan I/O (Input/Output) PLC adalah sebagai *tag-I/O*. Program *KingView* bertukar data dengan PLC melalui *tag-I/O*, pertukaran data berlangsung dua arah dan dinamis untuk setiap kali nilai dari *tag-I/O* berubah. Dengan demikian, data yang diperoleh dari PLC dan perintah yang dikirim ke PLC harus diatur ke dalam *tag-I/O*.

2.2 Tag pada Sistem *KingView*

Tag pada sistem *KingView* adalah variabel yang memenuhi kebutuhan pemrograman dengan mempertimbangkan kebutuhan khusus perangkat lunak kendali industri. *Tag* terdiri atas tiga tipe, yaitu *tag-dasar*, *tag-data*, dan *tag-khusus*.

Tag-dasar dibagi menjadi dua tipe: *tag-I/O* dan *tag-memori*. *Tag-I/O* dapat bertukar data secara langsung dengan data periferal (PLC, meter, dsb.), pertukaran data berlangsung dua arah dan dinamis. *Tag-memori* tidak perlu bertukar data dengan aplikasi lain dan memperoleh data dari divais yang bersangkutan, tetapi diperlukan sebagai variabel perantara.

Tag-data sama seperti variabel pada bahasa pemrograman umum, yaitu *real-tag* digunakan untuk menyatakan data *float*; *tag-diskrit* adalah variabel *bool* yang hanya memiliki nilai 0 dan 1; *tag-string* digunakan untuk merekam sejumlah teks dan karakter, *tag* ini mendukung operasi evaluasi dan komparasi; *tag-integer* digunakan untuk menyatakan data bilangan bulat bertanda; *tag-struktur* adalah tipe *tag* yang dapat memuat banyak anggota dan tiap-tiap anggota adalah *tag-dasar*.

Tag-khusus terdiri atas *alarm window tag* untuk mendefinisikan *alarm window*; *historical trend tag* untuk mendefinisikan *historical trend*; *tag* ketetapan sistem untuk menunjukkan data *string*, yaitu waktu, tanggal, nama pengguna, dan level akses.

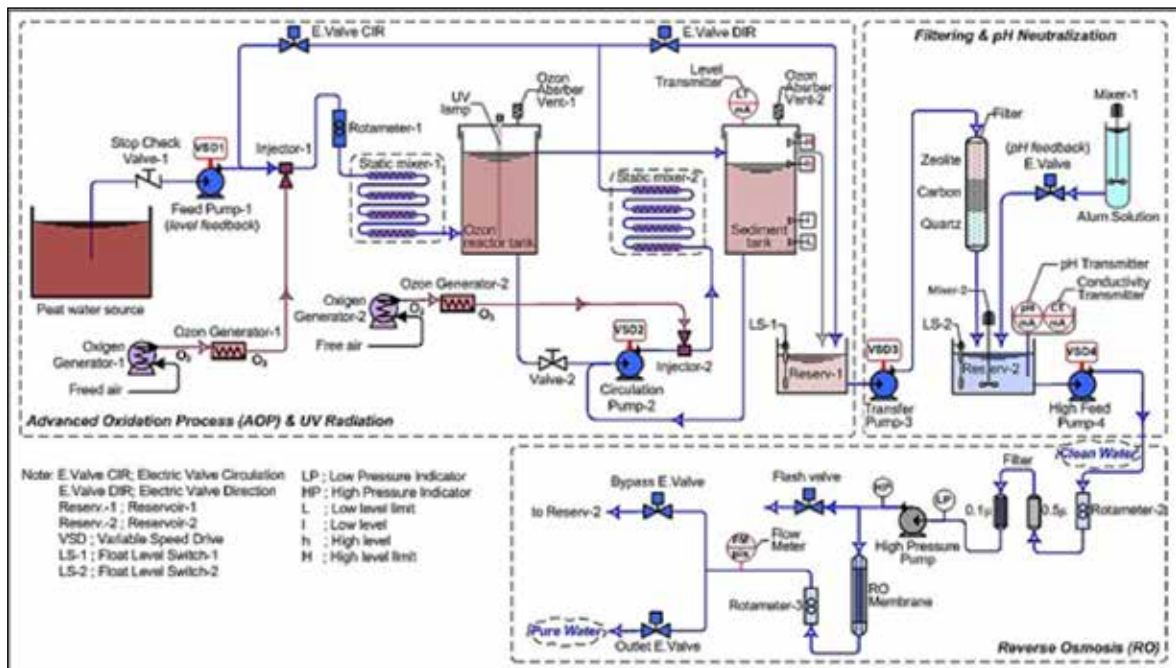
3. METODOLOGI

Pembuatan HMI diawali dengan mendeskripsikan rancang bangun sistem pengolahan air-gambut^[7] ke dalam diagram konfigurasi dan fungsi sistem, dan menguraikan operasi pengolahan air-gambut otomatis ke dalam diagram alir. Dengan menggunakan fasilitas GUI yang tersedia, dan mengacu pada deskripsi rancang bangun, dibuat visualisasi realistis sistem pengolahan air-gambut di layar komputer. Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan *tag* untuk pemrograman HMI. Akhirnya, dilakukan integrasi HMI ke dalam perangkat PLC dengan menggunakan *ethernet*.

3.1 Sistem Pengolahan Air-gambut

Pada dasarnya, sistem pengolahan air-gambut terdiri atas proses oksidasi lanjut (AOP) dan radiasi UV, penyaringan dan netralisasi pH, dan reverse osmosis (RO). Diagram sistem pengolahan air-gambut^[8] adalah seperti Gambar 5.

Advanced oxidation process (AOP) adalah proses kimia yang menggunakan ozon (O³) untuk menghilangkan material organik dalam air-gambut melalui reaksi radikal hidroksil. Oksidasi ozon dapat menghilangkan warna dan mengurangi kontaminan dari beberapa ratus ppm hingga kurang dari 5 ppb sehingga air menjadi jernih dan bersih.^[9] Ozon dibangkitkan oleh generator ozon (*Ozon Generator-1*, *Ozon Gene-*



Gambar 5. Diagram Konfigurasi Sistem Pengolah Air-gambut

rator-2) dengan kapasitas $10 \frac{gr}{jam}$ dan $24 \frac{gr}{jam}$. Gas ozon diinjeksikan ke aliran air-gambut dengan menggunakan injektor (Injector-1, Injector-2). Radiasi UV dengan panjang gelombang 254 nm berfungsi sebagai katalis untuk membangkitkan radikal hidroksil. Siklus AOP berfungsi untuk meningkatkan efektivitas oksidasi ozon, dengan cara mengalirkan air-gambut dari tangki sedimen ke pengaduk statis (*Static mixer-1*, *Static mixer-2*), kemudian ke tangki reaktor ozon, dan kembali ke tangki sedimen.

Penyaringan menggunakan media berpori, yaitu lapisan pasir zeolit (*Zeolite*) untuk menurunkan kandungan Fe/Mn yang berlebihan dalam air; lapisan karbon (*Carbon*) aktif untuk menghilangkan bau, rasa, dan warna yang melekat pada air; dan lapisan pasir kuarsa (*Quartz*) untuk menghilangkan kandungan sedimen yang terbawa air. Netralisasi pH adalah upaya untuk mempertahankan derajat keasaman air pada 7,5 pH–8,5 pH. Derajat keasaman air dipertahankan dengan mengaduk air dan larutan tawas (*alum solution*).

Mikrofiltrasi adalah proses untuk mengurangi partikel polutan dengan cara melewatkan pasokan air ke membran mikrofiltrasi berukuran $0,5 \mu m$ dan $0,1 \mu m$, keluaran mikrofiltrasi adalah sebagai pasokan nanofiltrasi. RO adalah proses demineralisasi air melalui membran *semipermeable*, yang mana tekanan paksa

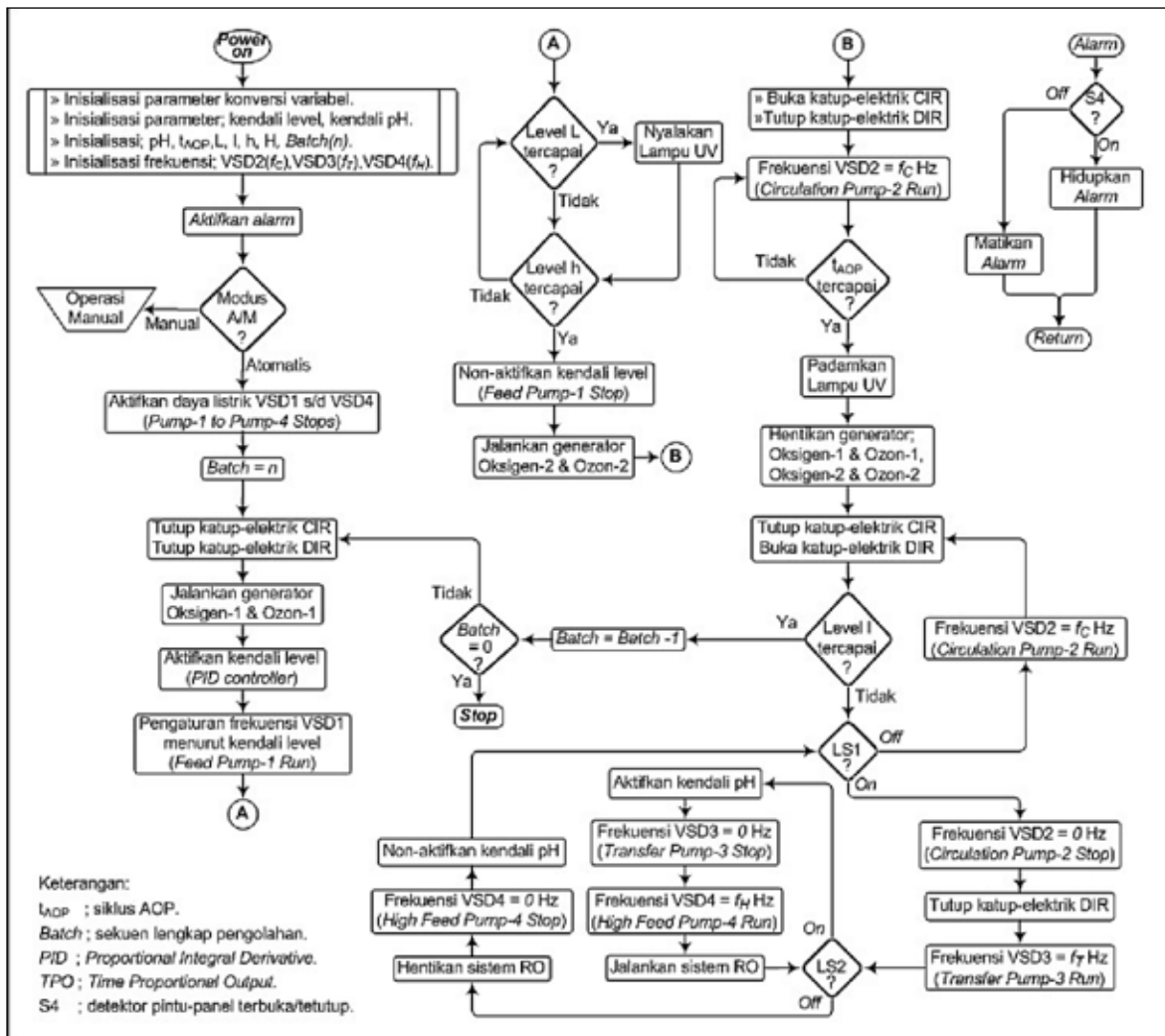
pasokan air melewati membran nanofiltrasi dalam arah berlawanan dengan osmosis adalah 225 psi. Membran nanofiltrasi berukuran $0,1 \mu m$ mampu menapis mineral yang terlarut dalam air hingga 99%.

3.2 Operasi Sistem Pengolahan Air-gambut

Sistem pengolahan air-gambut dioperasikan dengan modus manual atau otomatis. Pada modus manual, sistem pengolahan dioperasikan secara manual oleh operator dengan menggunakan panel kendali. Sementara itu, pada modus otomatis, sistem pengolahan dioperasikan secara otomatis oleh program otomasi yang terpasang pada PLC.^[10] Diagram alir program adalah seperti Gambar 6. Program otomasi bekerja menurut *batch* produksi, yaitu tahap pengisian tangki, tahap siklus AOP, tahap transfer hasil, tahap penyaringan dan netralisasi pH, dan tahap RO.

Tahap pengisian tangki: pompa-1 memompa air-gambut dari sumber ke dalam tangki reaktor dan tangki sedimen dengan melalui injektor-1, pengaduk statis-1, dan radiasi UV. Pengisian tangki berhenti saat level air-gambut pada tangki sedimen mencapai h cm.

Tahap siklus AOP: pompa-2 mengalirkan air-gambut dari tangki sedimen ke injektor-2, ke pengaduk statis-2, ke katup sirkulasi (CIR),



Gambar 6. Diagram Alir Operasi Pengolahan Air-gambut Otomatis

ke injektor-1, ke pengaduk statis-2, ke tangki reaktor, dan kembali ke tangki sedimen. Siklus AOP berlangsung selama t_{AOP} detik. Tahap transfer hasil: pompa-2 memindahkan air bersih dari tangki sedimen ke reservoir-1 dengan melalui injektor-2, pengaduk statis-2, dan katup keluaran (DIR). Transfer hasil AOP akan berhenti jika level air bersih pada reservoir-1 mencapai batas atas.

Tahap penyaringan dan netralisasi pH: pompa-3 memindahkan air bersih dari reservoir 1 ke reservoir-2 melalui media penyaring, proses penyaringan berhenti dan pengendalian pH aktif jika air bersih pada reservoir-2 mencapai batas atas.

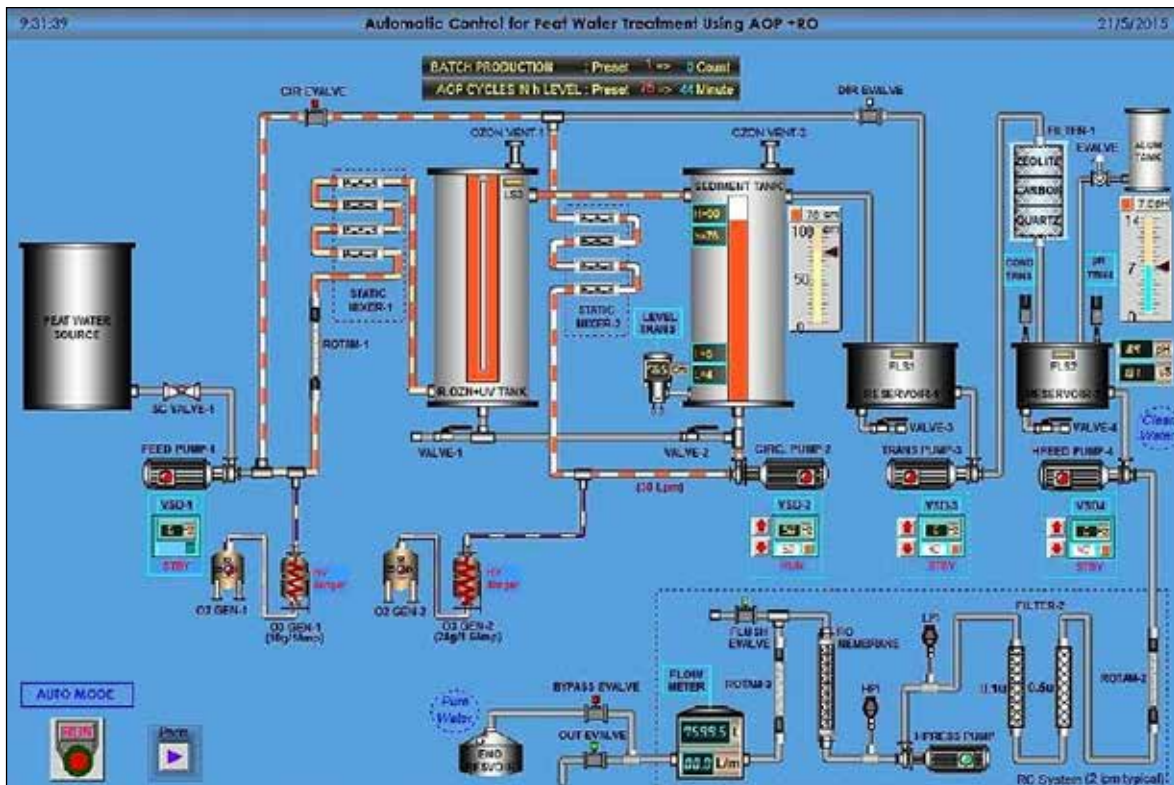
Tahap RO: pompa-4 memompa air bersih ke sistem RO melalui mikrofilter, proses RO akan berhenti jika level air bersih pada reservoir-2 mencapai batas bawah. Transfer air-bersih

dari tangki sedimen ke tahap berikutnya terus berlanjut jika level tangki sedimen mencapai batas bawah (I), program melaksanakan *batch* produksi berikutnya.

3.3 Pembuatan Layar HMI

Layar HMI dikembangkan dengan menggunakan fasilitas yang telah dibahas sebelumnya. Gambar 7 adalah layar utama HMI yang memberi gambaran realistik dari sistem pengolahan air-gambut.

Elemen layar HMI yang terkait dengan divais pada sistem pengolah adalah tombol untuk menjalankan dan menghentikan sistem pengolah (*run/stop*). Indikator status: pompa, generator oksigen, generator ozon, sistem RO, katup sirkulasi (CIR), katup keluaran (DIR), katup alum (EVALVE), sakelar level (LS-1,



Gambar 7. Visulisasi Realitis Sistem Pengolahan Air-gambut pada Layar Komputer

LS-2), katup *bypass*, katup *outlet*, *alarm* dan modus operasi. Panel pemantau dan pengatur variabel: level tangki sedimen di rentang 0–100 cm, pH air di reservoir-2 di rentang 0–14 pH, kecepatan pompa-3 hingga pompa-4 di rentang 0–50 Hz, siklus AOP dalam satuan menit, dan *batch* produksi dalam satuan hitungan. Panel pemantau variabel: kecepatan pompa-1 di rentang 0–50 Hz, konduktivitas reservoir-2 di rentang 0–2.000 μS , debit keluaran sistem RO di rentang 0–2 liter/_{menit}, debit keluaran sistem RO di rentang 0–65.000 liter. Elemen layar untuk animasi perubahan level tangki dan arah aliran fluida di dalam pipa pengalir.

Tag adalah penghubung antara elemen layar dan alamat di dalam perangkat PLC. *Tag* didefinisikan dengan menggunakan fasilitas *database tagname dictionary*. Contoh definisi *tag* adalah seperti berikut.

- 1) *Real-tag*. Nama-*tag*: “EKPLI_LT_SD-MNT”; Keterangan: “Ekstrapolasi linier level tangki sedimen”; Tipe-*tag*: “I/O analog”; Divais penghubung: “CJ2M_CPU31”; Alamat *tag*: “DM296”.

- 2) *Tag-diskrit*. Nama-*tag*: “PBSW”; Keterangan: ”Tombol Auto/Manual”, Tipe-*tag*: “I/O diskrit”, Divais penghubung: “CJ2M_CPU31”, Alamat *tag*: “CIO0.01”.
- 3) *Tag-memori*. Nama-*tag*: “SEDOUTPIPE”; Keterangan: “Animasi aliran keluaran tangki sedimen”; Tipe-*tag*: “Memori diskrit”; Divais penghubung: none; Alamat *tag*: none.

Nama-*tag* disisipkan ke dalam properti elemen layar yang terkait dan pemrograman HMI maupun skrip aplikasi (*Application script*) dengan memperhatikan nama-*tag* yang dipengaruhi.

Integrasi HMI ke dalam perangkat PLC adalah dengan menetapkan parameter konfigurasi menggunakan fasilitas *device configuration wizard*, yaitu nama pabrikan: “Omron”; modus komunikasi: “UDP”; nama divais-logik: “CJ2M_CPU31”; alamat IP: “192.168.89.170:170.179” (alamat IP divais PLC; 192.168.89.170 dan alamat IP komputer di mana program *KingView* dijalankan; 192.168.89.179).

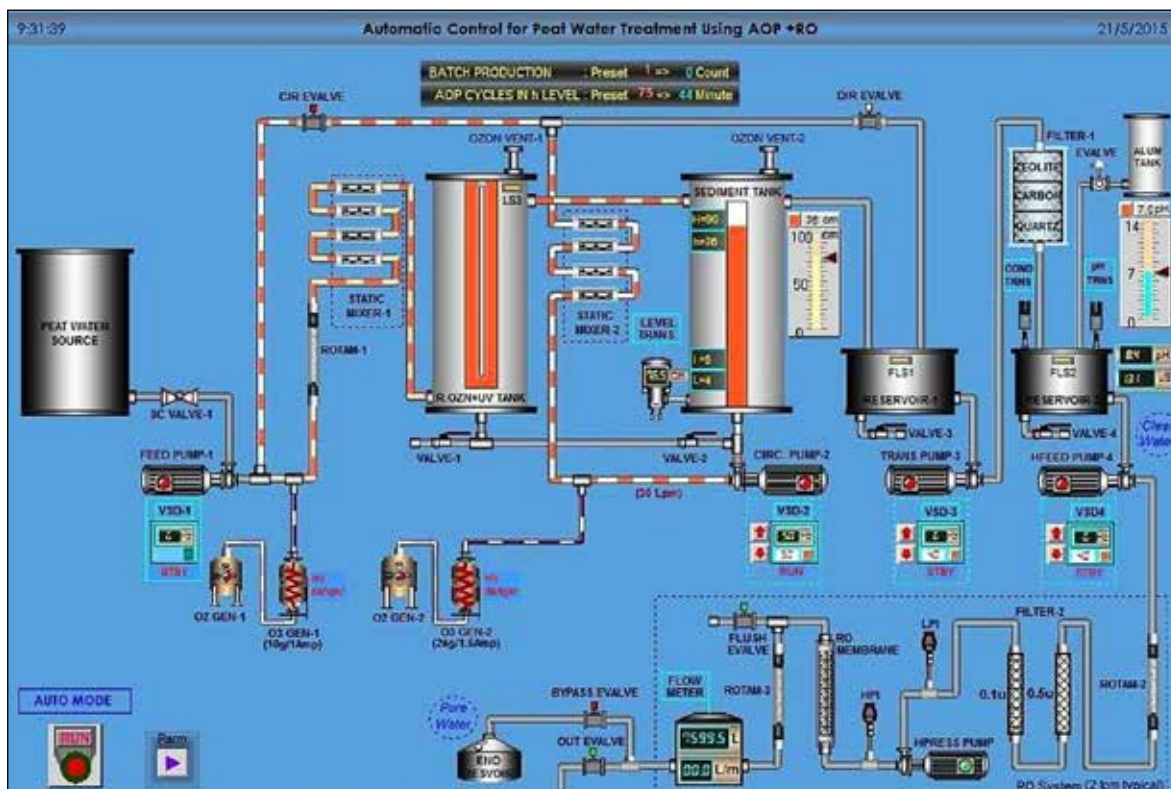
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba interaksi antara operator dan sistem pengolah adalah dengan menjalankan program otomasi dan mengamati tahapan pengolahan melalui layar HMI, yaitu pengisian tangki, siklus AOP, transfer hasil, penyaringan dan netralisasi pH serta RO.

Pada *runtime KingView*, pesan “READY” dan “MANUAL MODE” tampil berkedip adalah indikasi bahwa sistem pengolah siap. Untuk operasi modus otomatis, inisialisasi variabel melalui panel pengaturan, yaitu kecepatan pompa-2 dengan 50 Hz, kecepatan pompa-3 dan pompa-4 dengan 40 Hz, level L dengan 4 cm, level l dengan 5 cm, level-h dengan 76 cm, level-H dengan 90 cm, pH dengan nilai 7, siklus AOP dengan 75 menit, *batch* produksi dengan 1 hitungan. Klik ikon *run/stop*: pesan “AUTOMODE” dan “RUN” tampil berkedip adalah indikasi bahwa sistem pengolah telah beroperasi; indikator status pompa-1 hingga pompa-4 tampil dengan warna merah adalah indikasi daya listrik pompa aktif. Kemudian, program otomasi menjalankan tahapan pengo-

lahan. Tahap pengisian tangki reaktor dan tangki sedimen: presentasi 47 Hz pada panel VSD-1 adalah indikasi kecepatan pompa-1; indikator status generator oksigen-1 dan generator ozon-1 tampil dengan warna merah berkedip adalah indikasi generator aktif; indikator status lampu-UV tampil dengan warna ungu berkedip adalah indikasi radiasi UV aktif; jalur berwarna violet terputus-putus adalah animasi aliran gas ozon-1 ke pipa pasokan; bar berwarna oranye adalah animasi level tangki reaktor dan tangki sedimen; jalur berwarna cokelat dan oranye terputus-putus adalah animasi aliran air-gambut dari sumber ke pengaduk statis-1, ke tangki reaktor, dan ke tangki sedimen.

Tahap siklus AOP (Gambar 8): presentasi 76,5 cm pada panel level adalah indikasi level h tercapai; indikator status katup-CIR tampil dengan warna merah adalah indikasi katup terbuka; presentasi 0 Hz pada panel VSD-1 adalah indikasi pompa-1 berhenti; presentasi 50 Hz pada panel VSD-2 adalah indikasi kecepatan pompa-2; indikator status generator oksigen-2 dan generator ozon-2 tampil dengan warna merah berkedip adalah indikasi generator aktif;



Gambar 8. Layar HMI pada Tahap Sirkulasi AOP

jalur berwarna violet terputus-putus adalah animasi aliran gas ozon ke pipa; jalur berwarna oranye terputus-putus adalah animasi aliran air-gambut dari tangki sedimen ke pengaduk statis-1, ke pengaduk statis-2, ke tangki reaktor, dan kembali ke tangki sedimen.

Tahap transfer hasil AOP: presentasi 0 menit pada panel adalah indikasi bahwa siklus AOP berakhir; indikator status katup-C1R tampil dengan warna putih adalah indikasi katup tertutup; indikator status katup-D1R tampil dengan warna merah adalah indikasi bahwa katup terbuka; indikator status generator oksigen-1, generator ozon-1, generator oksigen-2, generator ozon-2 tampil dengan warna hijau adalah indikasi bahwa generator non-aktif, jalur berwarna oranye terputus-putus adalah animasi aliran air dari tangki sedimen ke katup-D1R, kemudian ke reservoir-1.

Tahap penyaringan: indikator status sakelar level (FLS1) tampil dengan warna merah adalah indikasi bahwa level air pada reservoir-1 mencapai batas atas; indikator status katup-D1R tampil dengan warna putih adalah indikasi katup tertutup; presentasi 0 Hz pada panel VSD-2 adalah indikasi pompa-2 berhenti; presentasi 43 Hz pada panel VSD-3 adalah indikasi kecepatan pompa-3; jalur berwarna oranye terputus-putus adalah animasi aliran air dari tangki sedimen ke katup-D1R, kemudian ke reservoir-1; jalur berwarna kuning muda terputus-putus adalah animasi aliran air dari reservoir-1 ke media penyaring (*Zeolite*, *Carbon*, dan *Quartz*); jalur berwarna biru muda terputus-putus adalah animasi aliran air dari ke media penyaring ke reservoir-2. Netralisasi pH; indikator status katup-EVALVE dengan warna merah berkedip adalah indikasi bahwa katup aktif (*on/off*), jalur berwarna biru langit adalah animasi aliran larutan tawas ke reservoir-2; presentasi 8,3 pH dan 13,1 μS pada tiap-tiap panel adalah derajat keasaman dan konduktivitas air di reservoir-2.

Tahap *reverse osmosis* (RO): indikator status sakelar level (FLS2) tampil dengan warna merah adalah indikasi bahwa level air pada reservoir-2 mencapai batas atas; presentasi 0 Hz pada panel VSD-3 adalah indikasi bahwa pompa-3 berhenti; presentasi 43 Hz pada panel VSD-4 adalah indikasi dari kecepatan pompa-4;

indikator status pompa bertekanan tinggi (HIPRESS PUMP) dengan warna merah adalah indikasi bahwa sistem RO aktif; indikator status katup-BAYPASS atau katup-OUT dengan warna merah adalah indikasi bahwa katup yang bersangkutan terbuka; jalur berwarna biru muda terputus-putus adalah animasi aliran air dari reservoir-2 ke sistem RO, ke panel-meter (FLOW METER), kemudian ke katup-Bypass atau katup-OUT; presentasi 7.599,6 L dan 01,4 $\frac{\text{L}}{\text{menit}}$ pada panel meter adalah indikasi dari volume dan debit keluaran sistem RO.

Uji coba interaksi antara operator dengan sistem pengolah air-gambut melalui layar HMI di atas memperlihatkan bahwa HMI yang dibuat telah berfungsi sebagaimana mestinya. Keberhasilan pemrograman HMI untuk meniru keadaan *real-time* ditentukan oleh *tag* elemen layar HMI yang sesuai. Keberhasilan komunikasi data antara perangkat HMI dan PLC dapat dipercaya karena difasilitasi oleh sistem *tagging*.

5. KESIMPULAN

Pembuatan HMI untuk sistem pengolahan air-gambut otomatis menggunakan perangkat lunak *WellinTech KingView* telah berhasil. Hasil uji coba interaksi antara operator dan sistem pengolah melalui layar HMI memperlihatkan bahwa HMI yang dibuat telah berfungsi sesuai menurut deskripsi rancang bangun.

HMI yang dibuat menyajikan informasi *real-time* tentang sekuen pengolahan air-gambut, status divais terpasang, dan variabel proses. Di samping itu, operator dapat menjalankan dan menghentikan sistem pengolah, dan mengatur parameter pengendalian.

Ketersediaan HMI membuat pengoperasian pengolahan air-gambut menjadi mudah, efisien, dan menyenangkan. Perancangan HMI yang kurang baik atau buruk dapat menyebabkan temperamen buruk dan bahkan berdampak pada kesehatan.

Proses industri dapat dengan mudah beradaptasi dengan implementasi HMI. Sebagai bagian dari sistem otomasi industri, HMI membuat visualisasi proses lebih mudah, menemukan kesalahan secara cepat, dan menggantikan tugas-tugas manusia di lingkungan yang berisiko.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Puslit Ekonomi LIPI, dan Puslit KIM LIPI yang telah memberi kesempatan penulis untuk melakukan riset kompetitif LIPI tahun 2014.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Webb, John W. 2003. *Programmable Logic Controller: Principles and Application*, Singapore: Macmillan Publishing Co.
- [2] Technical Manual, “*SYSMAC CJ-Series Discrete I/O Unit*”, OMRON Co., Japan, 2009.
- [3] Technical Manual, “*SYSMAC CJ-Series Analog I/O Unit*”, OMRON Co., Japan, 2009.
- [4] Johannsen, Gunnar. 2011. “Human Machine Interaction”. *Control System, Robotics, and Automation*, Vol. XXI. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), 2011.
- [5] Nachreiner, Friedhelm, Peter Nickel, dan Inga Meyer. 2006. “Human Factors in Process Control Systems: The Design of Human Machine Interfaces”. *Safety Science* 44(1): 5–26.
- [6] User’s Guide. 2007. “General HMI Software for Automation Industry: KingView Version 6.53”. Wellin Control Technology Development Co., Ltd, Edition 6.5.3.1.
- [7] Puslit Metrologi LIPI. 2014. “Laporan Akhir: Pengolahan Air-gambut Menggunakan Kombinasi Metode AOP+RO”. Serpong.
- [8] McMillan, Gregory K., dan Douglas M. Considine. 1999. *Process/Industrial Instruments and Controls Handbook*. USA: Mc Graw-Hill.
- [9] Oppenlander, Thomas. 2003. *Advanced Oxidation Process (AOPs): Principle, Reaction Mechanisms, Reactor Concept*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.
- [10] Programming Manual. 2009. “SYSMAC CJ Series: Programmable Controller”. OMRON Co., Japan.