

Weaving Production Monitoring System in Shuttleless Picanol Machine

Sistem Monitoring Produksi Pertenunan pada mesin Shuttleless Picanol

Agus Hananto^{1*)}, Didin Wahidin²⁾, Muhammad Zulfahmi F³⁾, Dinan Safta O⁴⁾

¹⁾Politeknik STTT Bandung, Jalan Jakarta No.31 Bandung, 40272

Email: agus_hananto@yahoo.com

Abstract: *The development of the textile industry, especially the weaving industry, has been progressing, including quality performance, capacity expansion and production efficiency. One of the technological advances that has not been widely embedded in weaving production machinery is the technology related to the application of Industry 4.0, which has the main objectives of increasing production efficiency, reducing waste, and lowering production costs. In general, production equipment/machines in the textile industry, especially in the production of woven fabrics on shuttleless picanol machines, do not yet have a control system that can be used to build intelligence in the application of Industry 4.0. To be intelligent, these production machines need to be equipped with data processing modules, a series of sensors, and data processing systems. The development is carried out in stages, one of which is the monitoring system. Production monitoring was chosen because in the woven fabric manufacturing industry, production control and monitoring is a very important part of increasing production capacity and production efficiency, and supporting the application of Industry 4.0. This research focuses on designing and manufacturing a monitoring system for the production of woven fabrics, especially Picanol shuttleless weaving machines, which provides information services in the form of monitoring data on the amount of production, condition/status of machine operation, and consumption of electrical energy, displayed in graphical form (dashboard) in real time and can be accessed via a localhost network using a PC computer or smartphone web browser.*

Keyword : *monitoring system, industry 4.0, weaving*

Abstrak: Perkembangan industri tekstil khususnya industri pertenunan sudah semakin maju antara lain peningkatan kualitas, penambahan kapasitas produksi, dan efisiensi produksi. Salah satu kemajuan teknologi yang belum banyak disematkan pada mesin produksi pertenunan adalah teknologi yang berkaitan dengan penerapan industri 4.0 yang mempunyai tujuan utama yaitu peningkatan efisiensi produksi, pengurangan pemborosan (waste) dan pengurangan biaya produksi. Secara umum peralatan/mesin produksi pada industri tekstil khususnya pembuatan kain tenun pada mesin shuttleless picanol belum mempunyai sistem pengendali yang dapat digunakan untuk membangun kecerdasan dalam penerapan industri 4.0. Agar menjadi cerdas, mesin produksi tersebut perlu dilengkapi dengan modul pengolah data, sejumlah sensor dan sistem pemrosesan data. Pengembangan dilakukan secara bertahap, salah satunya adalah sistem monitoring. Monitoring produksi dipilih karena pada industri pembuatan kain tenun, pengendalian dan pengontrolan produksi merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk meningkatkan kapasitas produksi dan efisiensi produksi serta mendukung penerapan industri 4.0. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pembuatan sistem monitoring produksi pembuatan kain tenun khususnya mesin tenun shuttleless picanol, yang memberikan layanan informasi berupa data pemantauan jumlah produksi, kondisi/status operasi mesin, dan penggunaan energi listrik yang ditampilkan dalam bentuk grafis (*dashboard*) secara realtime serta dapat di akses melalui jaringan localhost menggunakan web browser PC komputer maupun smartphone.

Kata Kunci: sistem monitoring, industri 4.0, pertenunan.

DOI: <https://doi.org/10.37577/sainteks.v7i01.829>

Received: 10, 2024. Accepted: 02, 2025.

Published: 03, 2025

PENDAHULUAN

Industri tekstil merupakan salah satu dari tujuh industri prioritas yang telah dicanangkan oleh pemerintah dalam Making Indonesia 4.0 (perindustrian, 2021). Tahapan pencapaian pembangunan industri pada tahun 2020 – 2024 adalah penguasaan teknologi, salah satunya dengan ditetapkannya industri tekstil menjadi industri prioritas dengan langkah awal pengembangan industri tekstil dalam implementasi revolusi industri 4.0 di Indonesia. Revolusi industri menjadi salah satu faktor utama untuk meningkatkan produktivitas dalam industri (Azwina, Wardani, Sitanggang, & Silalahi, 2023). Teknologi informasi pada Era Industri 4.0 merupakan perpaduan teknologi yang mengurangi sekat-sekat antara dunia fisik dan digital dimana pengendalian mesin dapat dilakukan dari jarak jauh pada seluruh bidang industri. Industri 4.0 diharapkan sebagai industri yang menitikberatkan pada pertukaran informasi, mesin yang terkendali, dan setiap elemen produksi yang otomatis dan memiliki kecerdasan buatan (Devi, Paranitharan, & Agniveesh, 2020). Salah satu penerapan teknologi untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan mengaplikasikan konsep Industri 4.0. Secara umum, penerapan Industri 4.0 di industri manufaktur dapat dicapai dengan mengembangkan elemen-elemen produksi cerdas yang mampu bertukar informasi antar elemen produksi untuk dapat mengambil keputusan secara mandiri yang dapat digunakan untuk mengendalikan produksi (Kamble, Gunasekaran, & Gawankar, 2018).

Industri pembuatan kain tenun (*pertenenan*) merupakan salah satu industri prioritas sektor tekstil yang menyerap 70% tenaga kerja dan berkontribusi 60% untuk PDB di Indonesia (Pusdatin, 2019). 60% industri tekstil khususnya pembuatan kain tenun tersebar di provinsi Jawa barat (Kemenperin, 2014). Proses pembuatan kain tenun terdiri dari proses persiapan benang pakan (winding, twisting, VHS, jumbo winding) dan benang lusi (winding, warping, sizing, leasing, drawing in) dan pembuatan kain tenun (weaving) (Soeparli & dkk, 1973).

Mesin produksi pada pembuatan kain tenun (weaving) sebagai salah satu elemen produksi yang menjadi pertimbangan dalam industri tekstil menuju penerapan industri 4.0. Mesin produksi pembuatan kain tenun (weaving) secara umum tidak memiliki sistem pengendali untuk dapat membangun kecerdasan mesin. Mesin produksi pembuatan kain tenun (weaving) perlu dilengkapi dengan kontroler, sejumlah sensor, dan sistem pemrosesan data. Monitoring produksi pembuatan kain tenun (weaving) dipilih karena pada industri pertenenan, pengendalian dan pengontrolan produksi merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk mendukung penerapan industri 4.0. Sistem monitoring produksi pembuatan kain tenun (weaving) ini bertujuan untuk memberikan layanan informasi berupa data pemantauan jumlah produksi, kondisi/status mesin, dan penggunaan energi listrik yang ditampilkan dalam bentuk visual grafis (*dashboard*) secara *realtime* serta dapat di akses melalui jaringan *localhost* menggunakan *web browser PC* komputer maupun *smartphone*.

Monitoring produksi pembuatan kain tenun pada mesin shuttleless picanol terdiri dari modul pemantau dan *dashboard web* sistem monitoring. Modul pemantau terdiri dari modul pengolah data, sensor pencatat data produksi, kondisi/status mesin, dan sensor penggunaan energi listrik serta *wireless connection*, sedangkan *dashboard web* sistem monitoring terdiri dari *framework software* penampil data visual grafik (*dashboard*).

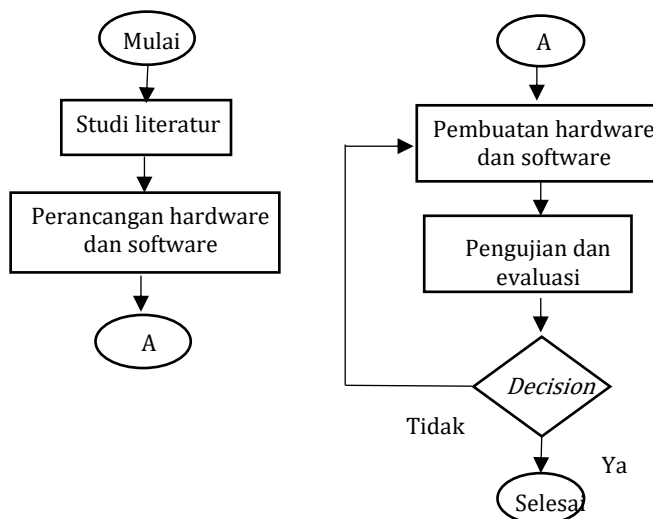
Sensor pencatat data produksi dan sensor penggunaan energi listrik mengumpulkan paket beberapa variabel data. Variabel data terdiri dari data produksi yaitu perubahan nilai yang tercatat pada sensor rotary encoder yang terpasang pada bagian take up roll mesin tenun dan data penggunaan energi listrik dan kondisi status operasi mesin yaitu nilai yang terbaca oleh sensor arus SCT013 yang terpasang pada panel utama mesin, yang kemudian diproses oleh modul pengolah data mikrokontroler dan dikirimkan ke komputer *server database* melalui koneksi *wireless* dengan *protocol* MQTT. Informasi data produksi, kondisi/status mesin, dan data penggunaan energi listrik yang dikirimkan oleh modul pengolah data ke komputer server, kemudian disimpan dalam basis data dan selanjutnya diolah menjadi bentuk visual grafik (*dashboard*). Informasi yang ditampilkan dalam dashboard secara umum berupa: data visual

grafik informasi data capaian produksi, kondisi/status operasi mesin, dan penggunaan energi listrik secara *realtime*.

Dengan sistem monitoring ini, dapat menjadi sarana pimpinan dalam melakukan monitoring aktivitas di bagian produksi secara *realtime* baik dalam hal pencapaian produksi dan pemakaian energi listrik, sehingga dapat menekan *cost* produksi dan meningkatkan efisiensi mesin produksi.

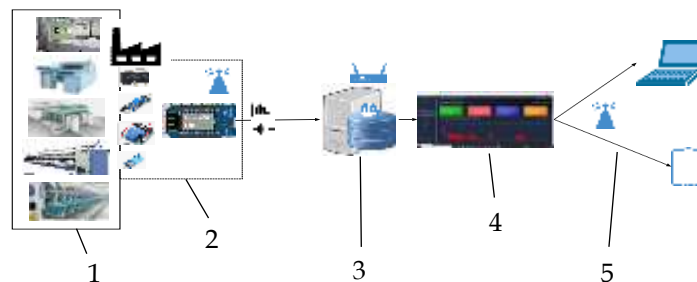
METODOLOGI

Dalam pengerjaan penelitian ini, langkah awal yang dilakukan adalah studi pustaka pencarian informasi mengenai objek penelitian dan objek studi kasus melalui literatur-literatur dari buku, jurnal, ataupun hasil penelitian yang sudah ada. Langkah berikutnya yaitu pembuatan konsep dan analisis pengembangan sistem pengendalian produksi yang terdiri dari system computer program penampil information visual (*dashboard*) dan *equipment* sensor pemantau. Selanjutnya dilakukan perancangan program untuk menentukan alur penggunaan program. Program sendiri terdiri dari beberapa jenis yaitu program pencatat dan pengirim information yang dipasang pada tiap mesin serta program pengolah informasi visualisasi yang tertanam pada komputer server. Perangkat pencatat dan pengirim informasi sensor pemantau menggunakan protokol MQTT dengan bahasa pemrograman python, sedangkan pada program pengolah informasi visualisasi menggunakan system django-rest dengan bahasa pemrograman python. Rancangan program pencatat dan pengirim information menggunakan konsep *protocol Message Queuing Telemetry Transport* (MQTT) yang memiliki delay yang kecil serta dapat berjalan pada bandwidth rendah (Abilovani, Yahya, & Bakhtiar, 2018). Informasi hasil pengolahan dari modul dan sensor kemudian dikirimkan melalui protocol MQTT dengan koneksi nirkabel ke database mysql pada komputer server secara realtime. Sistem pengolah information dan visualisasi (*dashboard*) menggunakan system django dengan pemodelan *Unified Modeling language* (UML). Pemodelan UML dapat memvisualisasi, membangun, dan mendokumentasikan sebuah sistem pengembangan computer program berbasis *object oriented* (Alfeno, Rifai, & Saepudin, 2019). Metodologi terakhir adalah percobaan dan analisis terhadap sistem yang telah dibuat untuk diketahui kinerjanya. Percobaan dilakukan di laboratorium pertenunan Politeknik STTT Bandung. Jika terdapat ketidaksesuaian maka sistem akan diperbaiki agar mendapat hasil sesuai yang diinginkan. Gambar 1 menunjukkan diagram alir metodologi penelitian ini:



Gambar 1 Diagram alir metodologi penelitian

Rancangan arsitektur sistem monitoring produksi pertenunan (*weaving*) pada mesin *picanol* secara keseluruhan pada gambar 2 sebagai berikut:



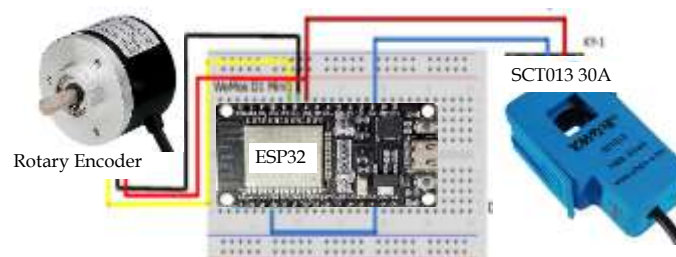
Keterangan:

1. Mesin produksi, 2. Modul pemantau, 3. *Server database*, 4. *Dashboard*, 5. *Localhost*

Gambar 2. Rancangan Arsitektur sistem monitoring produksi pertenunan (Sumber: dokumentasi pribadi)

Gambar 2 menunjukkan terdapat dua bagian utama dalam perancangan sistem monitoring pada penelitian ini, yaitu bagian modul pemantau yang terdiri dari modul pengolah data (mikrokontroler) dan sensor pemantau serta bagian dashboard sistem monitoring yang berfungsi mengolah data informasi yang ada didalam basis data menjadi bentuk grafis yang dapat diakses melalui *web localhost*.

Modul pemantau terdiri dari perangkat hardware berupa mikrokontroler ESP32 yang diprogram dengan Bahasa pemrograman python, sensor-sensor yang terdiri dari sensor rotary encoder type E3856G5-600B-G24N untuk mencatat jumlah produksi dan sensor SCT-013 30A untuk mencatat penggunaan energi listrik serta software yang terdiri dari aplikasi pemograman *python* dan *protocol* MQTT. Secara fungsional modul pemantau akan mengirimkan data produksi dan data penggunaan energi listrik secara periodik melalui rotary encoder dan sensor arus SCT013 sesuai operasional mesin sedangkan data kondisi/status operasi mesin menggunakan data variable dari output sensor arus SCT013 yang dikonversi menjadi nilai variable tertentu yang dapat diolah. Data dikirimkan secara nirkabel melalui *protocol* MQTT dengan bahasa pemrograman *python* dan akan diterima oleh broker pada komputer *server*, selanjutnya data tersebut disimpan ke dalam basis data

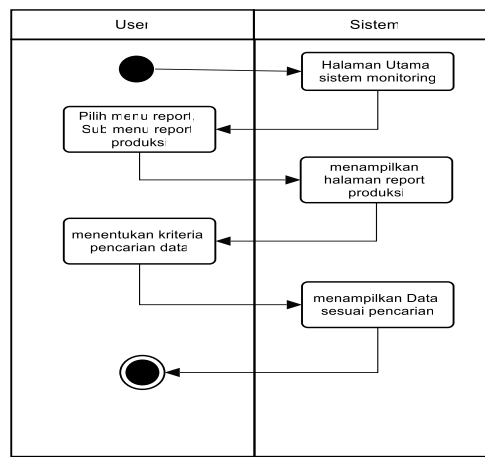


Gambar 3. Skema rangkaian modul pemantau (Sumber: dokumentasi pribadi)

Perancangan dashboard sistem monitoring menggunakan pemodelan UML. Model ditujukan untuk memberikan gambaran secara umum tentang *web* sistem monitoring yang akan dibangun. Pada penelitian ini sistem yang dirancang bersifat sederhana dan termasuk sistem yang kecil maka digunakan diagram UML *use-case* diagram, *class* diagram dan *activity* diagram. Metode analisis dan perancangan sistem aplikasi dan pengembangannya menggunakan pendekatan *object-oriented* dengan membuat diagram-diagram untuk menggambarkan desain dan *flow system*. Analisa perancangan sistem terdiri dari kebutuhan fungsional dan non

fungsional, kebutuhan fungsional adalah kebutuhan utama pada sistem yang harus terpenuhi seperti fitur-fitur yang akan dimasukkan kedalam sistem yang dibuat, sedangkan non fungsional adalah kebutuhan sekunder yang sifatnya pendukung seperti *hardware*/perangkat dan *software* dalam membuat sistem.

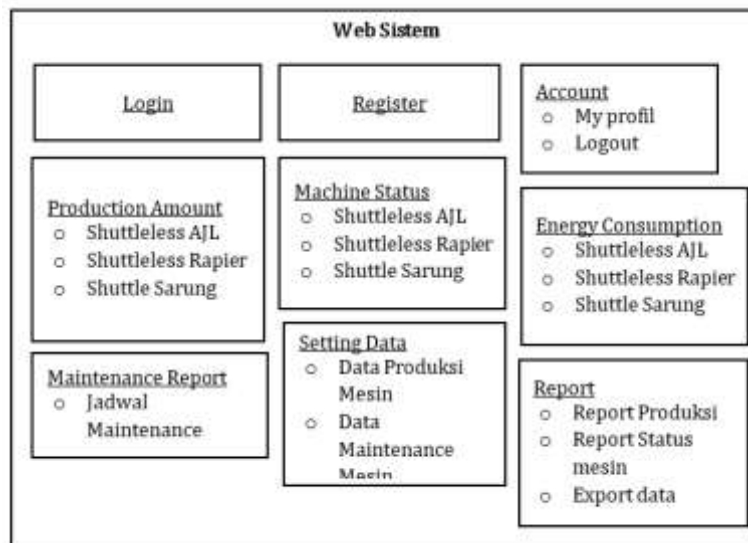
Use-case diagram menggambarkan fungsionalitas dari sebuah sistem yang mempresentasikan sebuah interaksi antara aktor dengan sistem, aktor dapat berupa orang, peralatan/mesin, atau sistem lain yang berinteraksi dengan sistem yang sedang dirancang. *Activity* diagram pada pemodelan UML menggambarkan gambaran alir dari aktivitas-aktivitas didalam sistem yang berjalan (Ramdany, Kaidar, Aguchino, Alira Putri, & Anggie, 2024). Pada sistem monitoring yang dibuat memiliki rancangan diagram *activity* antara lain: login/register user, histori produksi, histori status dan *export* data. Gambar 8 berikut adalah diagram *activity* untuk melihat histori produksi



Gambar 4. Diagram *activity* melihat histori produksi (Sumber: dokumentasi pribadi)

Rancangan basis data pada *dashboard* sistem monitoring digambarkan dengan menggunakan *class* diagram. *Class* diagram merupakan gambaran struktur dan deskripsi dari class, package, dan objek yang saling berhubungan (Ramdany, Kaidar, Aguchino, Alira Putri, & Anggie, 2024), selain itu rancangan basis data yang berbentuk *class* diagram juga berisi spesifikasi basis data yang dibuat. *Class* diagram bersifat *statis* yang digambarkan dengan kotak yang terbagi atas tiga bagian yaitu: nama kelas, atribut, dan operasi.

Perancangan antarmuka (*interface*) adalah bagian penting dalam sebuah sistem. Hal ini dikarenakan tampilan (*interface*) adalah suatu media dalam interaksi antara pengguna dengan sistem yang dibangun. Adapun perancangan antarmuka yang dibuat dalam *dashboard* sistem monitoring ini menggunakan *framework django* dengan bahasa pemrograman *python*. Gambar 5 menunjukkan ketika sistem dijalankan maka akan menampilkan halaman *login/register*. Halaman ini akan memberikan pilihan kepada pengguna untuk melakukan *login* pada sistem dengan menginputkan *username* dan *password* jika pengguna sudah memiliki akun, namun apabila pengguna belum memiliki akun, maka dapat memilih menu register yang selanjutnya akan diantarkan pada halaman *register*. Didalam menu register, pengguna diharuskan melakukan *input* data *username*, *password*, email, jabatan, dan nama bagian untuk selanjutnya disimpan sebagai data *profil* pengguna. Setelah pengguna sukses melakukan *login*, maka sistem akan menampilkan halaman utama *dashboard* sistem monitoring.



Gambar 5. Rancangan fitur/menu *dashboard* sistem monitoring

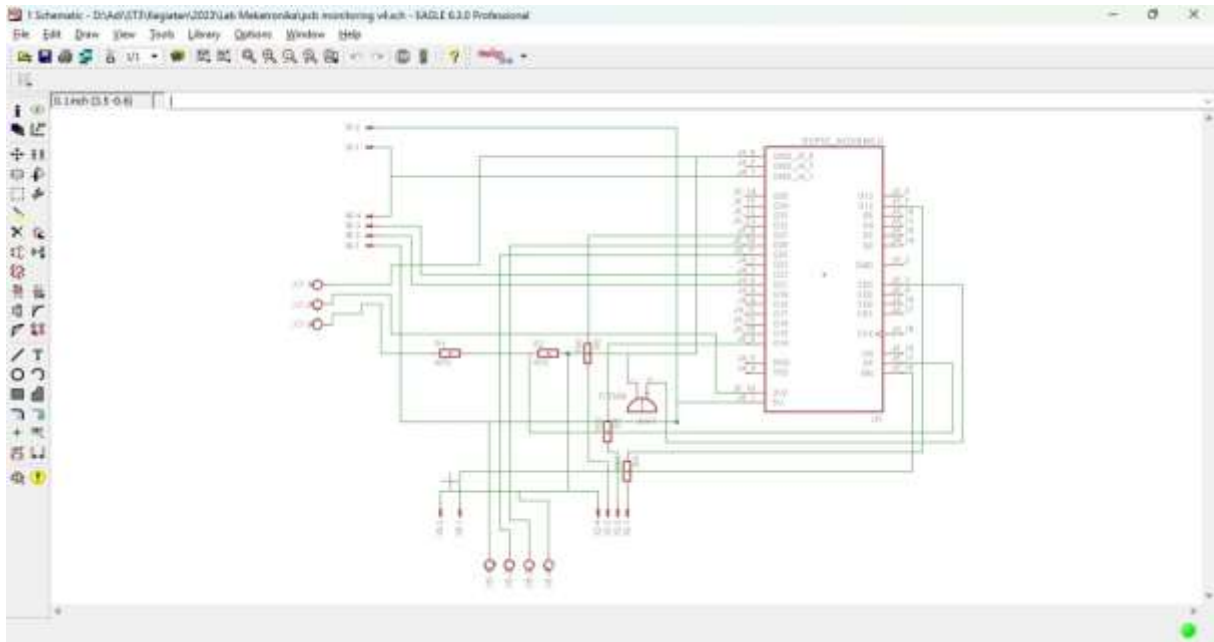
Web sistem pada halaman utama *dashboard* sistem monitoring terdapat beberapa menu antara lain; Menu *production amount* yang terbagi menjadi enam submenu yang bertujuan untuk menampilkan detail grafik data produksi tiap group mesin yang dimonitor; Menu *machine status* yang akan menampilkan detail kondisi/status tiap mesin dengan tampilan grafik dan data *grid*; Menu *report* akan menampilkan data *history* produksi dan *history* kondisi/status mesin yang dapat di *filter* berdasarkan jenis mesin atau group mesin dan/atau tanggal data produksi diinput, sedangkan pada submenu *export data* akan menampilkan *history* data produksi dengan menu unduhan data dalam bentuk file format *Comma Separated Values* (CSV) atau *Microsoft Excel* (XLS); Menu *maintenance report* menampilkan halaman notifikasi waktu *maintenance* tiap mesin berdasarkan *counter* jumlah produksi yang telah diproses; Menu *setting data* menampilkan halaman datagrid tabel yang berisi informasi spesifikasi mesin dan referensi kapasitas produksi tiap mesin, data yang ada pada tabel ini dapat diupdate sesuai dengan spesifikasi tiap mesin yang ada di *line* produksi; Menu *energi consumption* menampilkan grafik pemakaian energi listrik tiap mesin dalam periode mingguan dan bulanan; Menu *my profile* dan *logout* menampilkan profil pengguna yang sedang akses, dan menu *logout* untuk mengakhiri akses *web* sistem monitoring.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Modul pemantau

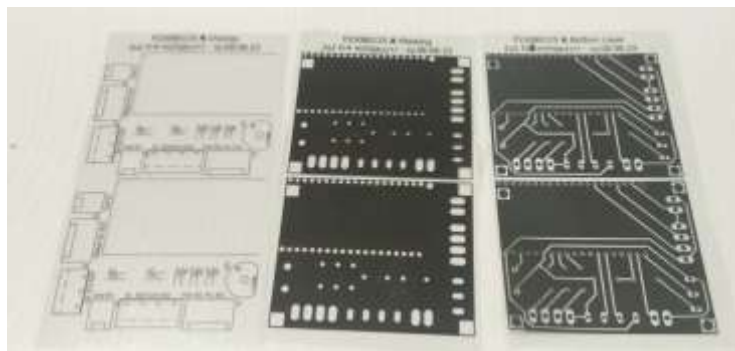
Modul pemantau terdiri dari modul pengolah data, sensor pemantau, dan *power supply*. Modul pengolah data terdiri dari mikrokontroler dan rangkaian *relay* yang dirangkai menjadi satu PCB *board* kemudian dikemas menggunakan *casing* berbahan *plastic abs*. Dimensi akhir dari PCB rangkaian modul pengolah data akan mempengaruhi ukuran *casing* yang akan dipilih serta disesuaikan dengan stok yang banyak dijual di pasaran.

Proses pembuatan rangkaian skematis board modul pemantau menggunakan aplikasi Eagle, kemudian dilakukan pencetakan PCB. Gambar 6 menunjukkan proses pembuatan rangkaian skematis pada aplikasi Eagle.



Gambar 6. Proses pembuatan skematis rangkaian modul pemantau dengan aplikasi Eagle

Setelah dilakukan perancangan rangkaian skematis modul pemantau, selanjutnya adalah proses pencetakan film atau cetak biru. Proses ini akan menghasilkan film PCB yang siap untuk dilakukan pencetakan PCB yang selanjutnya dilakukan pemasangan komponen elektronik pada modul pemantau. Gambar 7 menunjukkan film/cetak biru skema modul pemantau.



Gambar 7. Film PCB yang sudah dilakukan pencetakan

Proses selanjutnya setelah PCB dibuat adalah melakukan pemasangan komponen elektronik dan perakitan pada *housing / box* modul pemantau sesuai dengan desain dan rangkaian yang telah dibuat sebelumnya. Gambar 8 menunjukkan hasil perakitan modul pemantau yang siap untuk dilakukan pemrograman (*coding*).

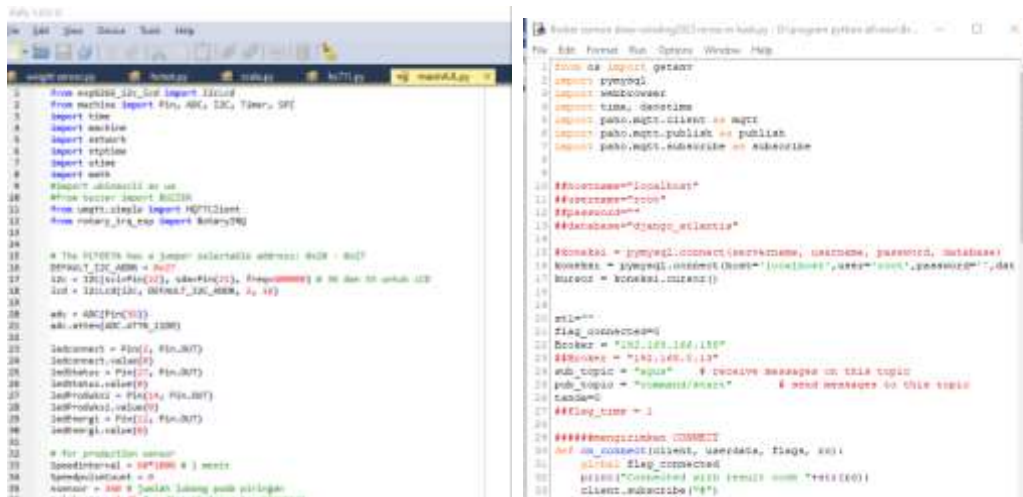


Gambar 8. Modul pemantau yang sudah dilakukan perakitan

Pemrograman dan simulasi

Setelah hardware modul pemantau selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah pemrograman (*coding*) dan pengujian simulasi alat sebelum modul pemantau dipasang di mesin. pemrograman dilakukan dengan menggunakan bahasa *python*. Program dibagi menjadi dua bagian, yaitu program *client* dan *broker*.

Modul pemantau yang dipasang di mesin sebagai client dan akan dilakukan pemrograman sesuai dengan parameter yang telah direncanakan. Sedangkan broker dijalankan pada komputer server sebagai penerima data dari *client*. Gambar 9 menunjukkan screenshot program *client* modul pemantau dan program *broker* pada *server database*.



Gambar 9 Screen shoot program *client* yang di upload pada modul pemantau (Sumber: dokumentasi pribadi).

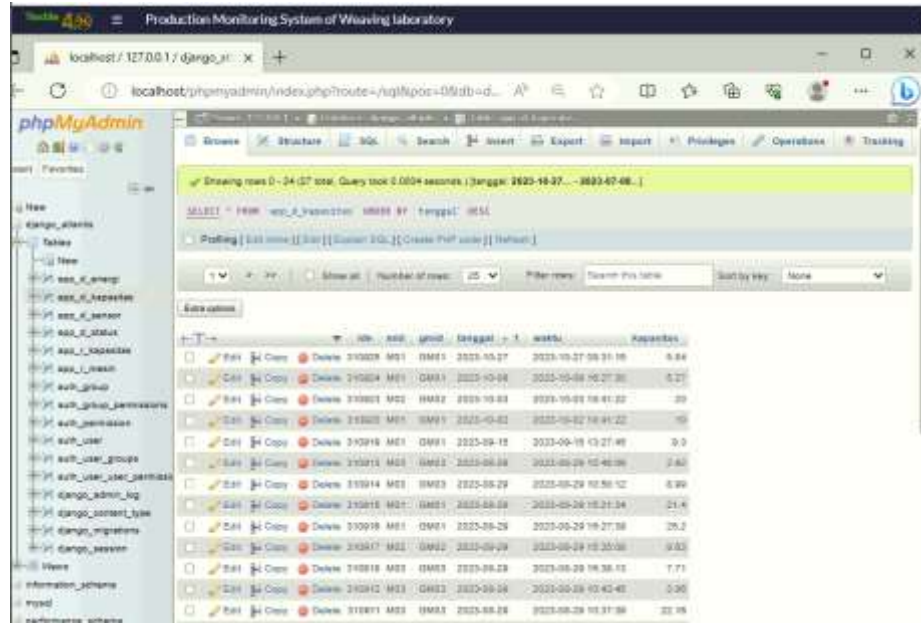
Pengujian dan simulasi bertujuan untuk melakukan sinkronisasi data yang dikirim dari *client* modul pemantau tiap mesin ke broker komputer server. Data yang akan dikirimkan berupa data produksi tiap mesin, data pemakaian energi listrik dan status mesin. Data produksi mesin dihasilkan dari pembacaan sensor rotary encoder pada bagian takeup roll penggulung kain pada tiap mesin dengan akurasi 2^0 sesuai dengan jumlah pulse rotary encoder dalam satu putaran

penyusutan atau 0,5 mm jika dikonversi menjadi Panjang yang dihitung berdasarkan akurasi encoder dan diameter poros takeup roll. Data pemakaian energi listrik dihasilkan dari hasil pembacaan sensor arus SCT 013 30A yang integrasikan pada bagian Main MCB pada mesin.

Pengujian ini memastikan ketiga data yang telah dikirimkan oleh *client* diterima dengan baik oleh broker server dan diolah oleh server. Gambar 10 menunjukkan proses pengujian dan simulasi pengiriman data dari *client* modul pemantau ke broker server.



Gambar 10. Proses pengujian simulasi modul pemantau (Sumber: dokumentasi pribadi).



Gambar 11. Data hasil pengiriman dari client modul pemantau.

Instalasi modul pemantau

Setelah simulasi modul pemantau berhasil dan sesuai dengan rancangan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemasangan atau instalasi modul pemantau ke tiap mesin pertununan, dalam hal ini adalah mesin shuttleless picanal AJL dan GTMax.

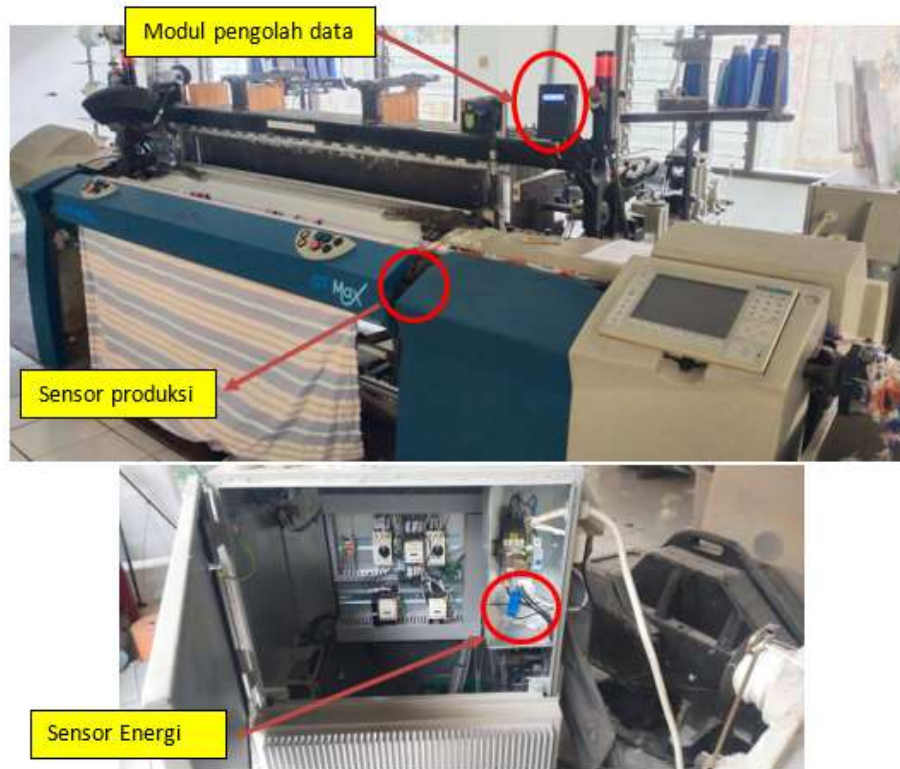
Pada mesin AJL data informasi yang dimonitoring adalah produksi kain, pemakaian energi dan kondisi operasi mesin. Sensor data produksi menggunakan rotary encoder yang dihubungkan dengan takeup roll kain pada mesin, sedangkan sensor pengukur pemakaian energi listrik dan kondisi operasi mesin dipasang pada jalur panel listrik utama 3 phase yang masuk ke mesin menggunakan sensor SCT 013 30A. Gambar 12 memperlihatkan proses pemasangan modul pemantau dan sensor pada mesin shuttleless AJL



Gambar 12. Proses pemasangan modul pemantau pada mesin AJL (Sumber: dokumentasi pribadi).

Pada mesin Rapier GTMax data informasi yang dimonitoring adalah produksi kain, pemakaian energi dan kondisi operasi mesin. Sensor data produksi menggunakan rotary

encoder yang dihubungkan dengan takeup roll kain pada mesin, sedangkan sensor pengukur pemakaian energi listrik dan kondisi operasi mesin dipasang pada jalur panel listrik utama 3 phase yang masuk ke mesin menggunakan sensor SCT 013 30A. Gambar 13 memperlihatkan proses pemasangan modul pemantau dan sensor pada mesin shuttleless Rapier

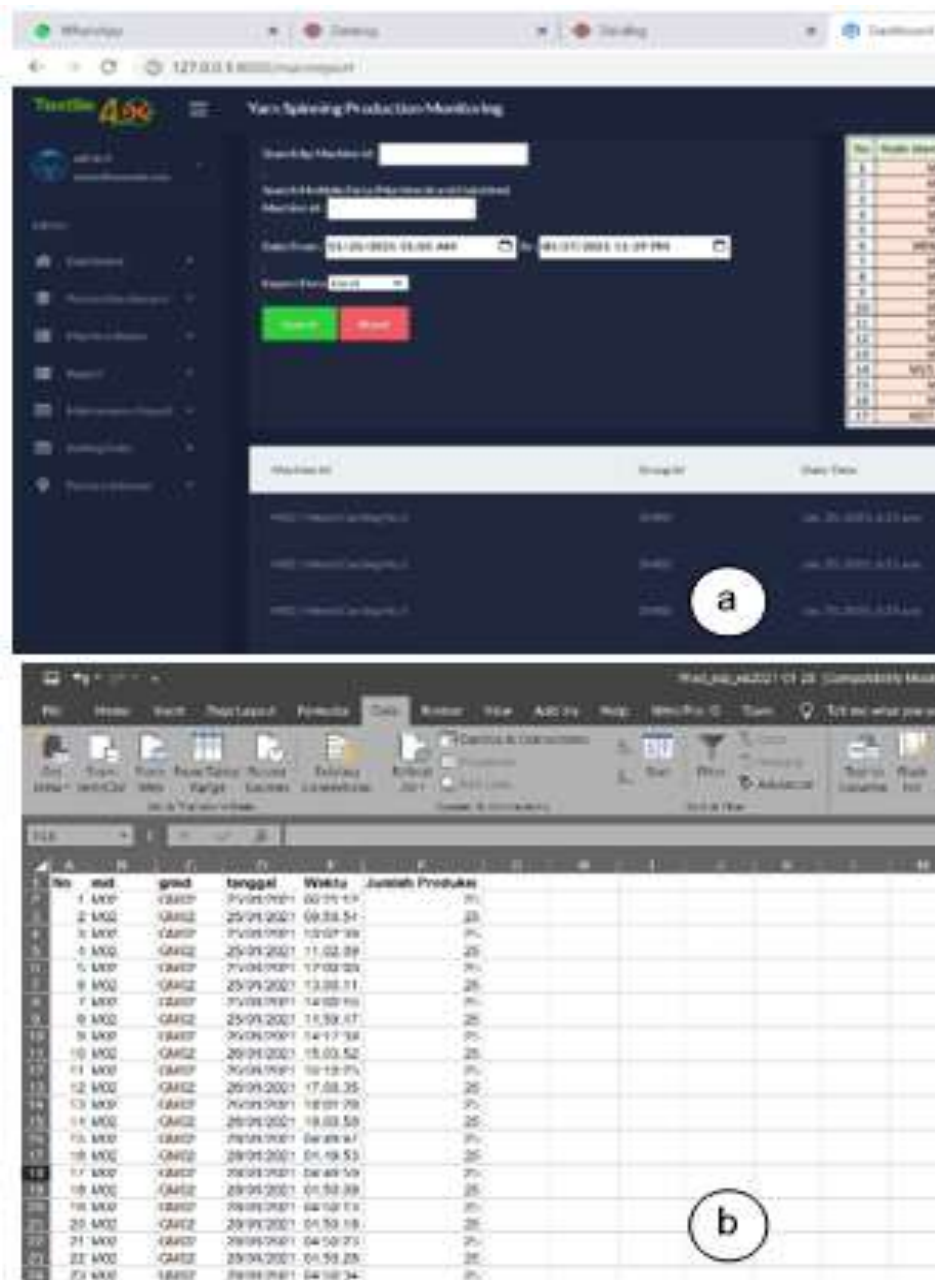


Gambar 13. Proses pemasangan modul pemantau pada mesin Rapier GTMax (Sumber: dokumentasi pribadi).

Percobaan sistem

Percobaan alat sistem monitoring produksi pertenunan pada mesin shuttleless picanol dilakukan di laboratorium pertenunan politeknik STTT Bandung. sistem monitoring sendiri terdiri dari modul pemantau dan aplikasi *dashboard* sistem monitoring. Modul pemantau dan aplikasi *dashboard* sistem monitoring yang telah diinstal dilakukan percobaan uji fungsionalitas dari alat dan sistem yang telah dibuat.

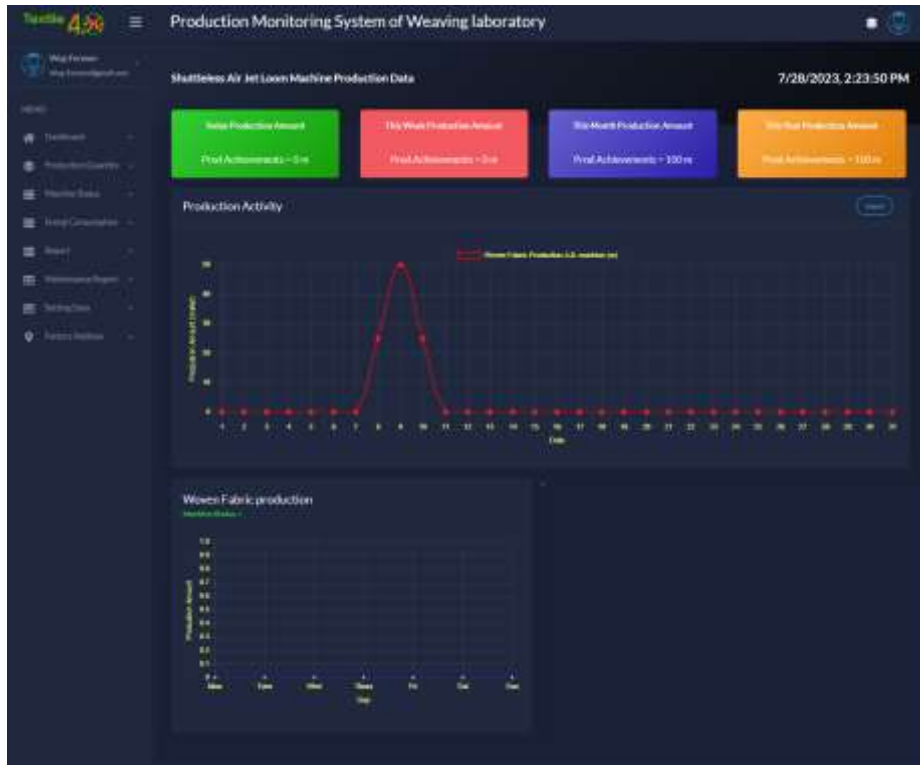
Pengujian pengiriman data produksi dilakukan dengan memonitor kondisi mesin pada saat mesin beroperasi, maka data produksi secara otomatis terkirim ke komputer *server*; begitu pula dengan pemakaian energi serta kondisi operasi mesin, secara otomatis data tersebut akan dikirimkan setiap menit ke komputer *server*. Gambar 14 menunjukkan hasil pengujian pengiriman data.



Gambar 14. Data produksi dari sistem monitoring, (a) proses *export* data, (b) data hasil unduhan dalam format excel proses *export* data (Sumber: dokumentasi pribadi)



Gambar 15. Tampilan menu utama *dashboard* sistem monitoring (Sumber: dokumentasi pribadi).



Gambar 16. Tampilan menu monitor jumlah produksi (Sumber: dokumentasi pribadi).



Gambar 17. Tampilan menu pemakaian listrik (Sumber: dokumentasi pribadi)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian dan implementasi serta pembahasan mengenai pembuatan sistem monitoring produksi pembuatan kain tenun pada mesin shuttleless picanol, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menghasilkan sistem monitoring produksi pertenunan pada mesin shuttleless picanol sebagai sarana pimpinan dalam memonitoring aktivitas produksi pembuatan kain tenun di area produksi dengan layanan informasi berupa data jumlah produksi, konsumsi pemakaian listrik dan kondisi/status operasi mesin, yang ditampilkan dalam bentuk grafis

- (*dashboard*) secara *realtime* serta dapat diakses melalui jaringan *localhost* menggunakan *web browser* PC komputer maupun *smartphone*.
2. Rancangan sistem monitoring produksi pertenunan pada mesin shuttleless picanol ini dapat diaplikasi pada laboratorium pertenunan politeknik STTT Bandung dan dapat diperluas pada laboratorium yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Abilovani, Z. B., Yahya, W., & Bakhtiar, F. A. (2018). Implementasi Protokol MQTT Untuk Sistem Monitoring Perangkat IoT. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(12), 7521-7527.
- Alfeno, S., Rifai, D., & Saepudin, M. (2019). Utilization of the Django Framework as a Dashboard Model Information System for Raw Material Inventory on PT Bimasakti Karyaprima. *Aptisi Transactions On Technopreneurship (ATT)*, 1(2), 192-202.
- Azwina, R., Wardani, P., Sitanggang, F., & Silalahi, P. (2023). Strategi industri manufaktur dalam meningkatkan percepatan pertumbuhan ekonomi di Indonesia. *Profit: Jurnal Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 44-45.
- Devi, K., Paranitharan, K., & Agniveesh, A. (2020). Interpretive framework by analysing the enablers for implementation of Industry 4.0: an ISM approach. *Total Quality Management & Business Excellence*, 32(13-14), 1494-1514.
- Kamble, S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. (2018). Sustainable Industry 4.0 framework: A systematic literature review identifying the current trends and future perspectives. *Process Safety and Environmental Protection*, 408-425.
- Kemenperin. (2014, Juli 21). *Berita Industri "Jabar Jantung Industri Nasional"*. Dipetik Januari Kamis, 2021, dari <https://kemenperin.go.id/artikel/9664/Jabar-Jantung-Industri-Nasional.html>
- perindustrian, k. (2021). *Making indonesia 4.0*. Jakarta: Kementerian perindustrian.
- Pusdatin. (2019). *Analisis Perkembangan Industri*. Jakarta: Kementerian Perindustrian R I.
- Ramdany, S. W., Kaidar, S. A., Aguchino, B., Alira Putri, C. A., & Anggie, R. (2024). Penerapan UML Class Diagram dalam Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web. *Journal of Industrial and Engineering System (JIES)*, Vol.5 No. 1 Hal 30-41.
- Soeparli, & dkk. (1973). *Teknologi Pertenunan*. Bandung: Institut Teknologi Tekstil.