



PEMODELAN KINERJA KOMUNIKASI DATA SISTEM MANAJEMEN BATERAI BERBASIS SISTEM TERTANAM MENGGUNAKAN METODE PEMBELAJARAN MESIN



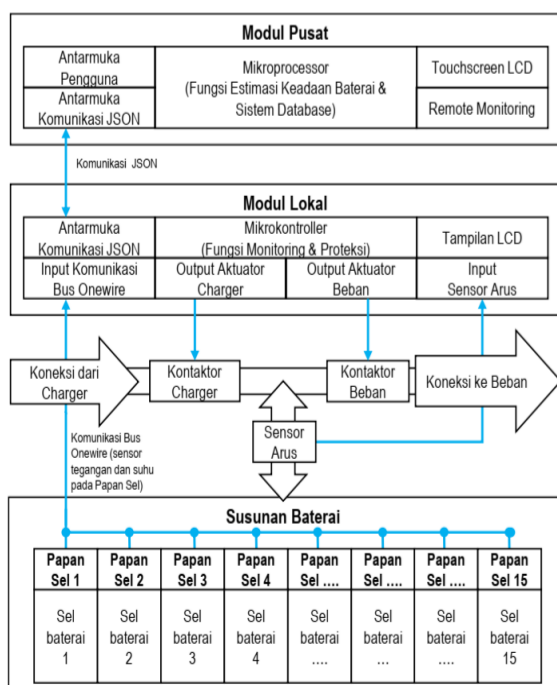
Yogie Kusumah N*, Edi Leksono¹, Nugraha¹

¹Magister Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia.

^{*}Penulis Koresponden

PENDAHULUAN

Baterai telah menjadi alternatif penyimpanan energi terbarukan yang populer yang penggunaannya sudah sangat luas, mulai dari perangkat portabel sampai pembangkit listrik. Dengan demikian kondisi baterai harus selalu dipantau supaya kinerja baterai tetap optimal. Untuk memantau dan mengontrol penggunaan baterai digunakan perangkat Sistem Manajemen Baterai (SMB). Salah satu persyaratan penting SMB berbasis sistem tertanam adalah harus hemat daya atau energi oleh karena seperti pada kendaraan listrik atau peralatan portabel, SMB ditenagai oleh baterai itu sendiri. Komponen-komponen yang terdapat dalam SMB harus dapat menggunakan daya yang rendah namun tetap dapat menjalankan fungsinya masing-masing, termasuk di dalamnya komponen komunikasi data. Komunikasi data akan terkait dengan penggunaan CPU (*Central Processing Unit*) dan konsumsi daya pada SMB berbasis sistem tertanam. Penggunaan CPU secara berlebihan oleh komponen komunikasi data selain akan menghabiskan daya juga dapat menurunkan kinerja SMB secara keseluruhan, oleh karena dapat menghentikan fungsi-fungsi SMB yang lain seperti fungsi perhitungan SoC dan SoH, fungsi penyimpanan data atau bahkan fungsi proteksi. Dengan demikian penggunaan protokol komunikasi data yang efisien akan menjadi hal yang sangat penting. Terdapat beberapa protokol komunikasi data yang dapat digunakan untuk SMB berbasis sistem tertanam. Dalam penelitian ini protokol komunikasi data yang menjadi fokus utama adalah MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) dan OPC UA (*Open Connectivity Unified Architecture*).



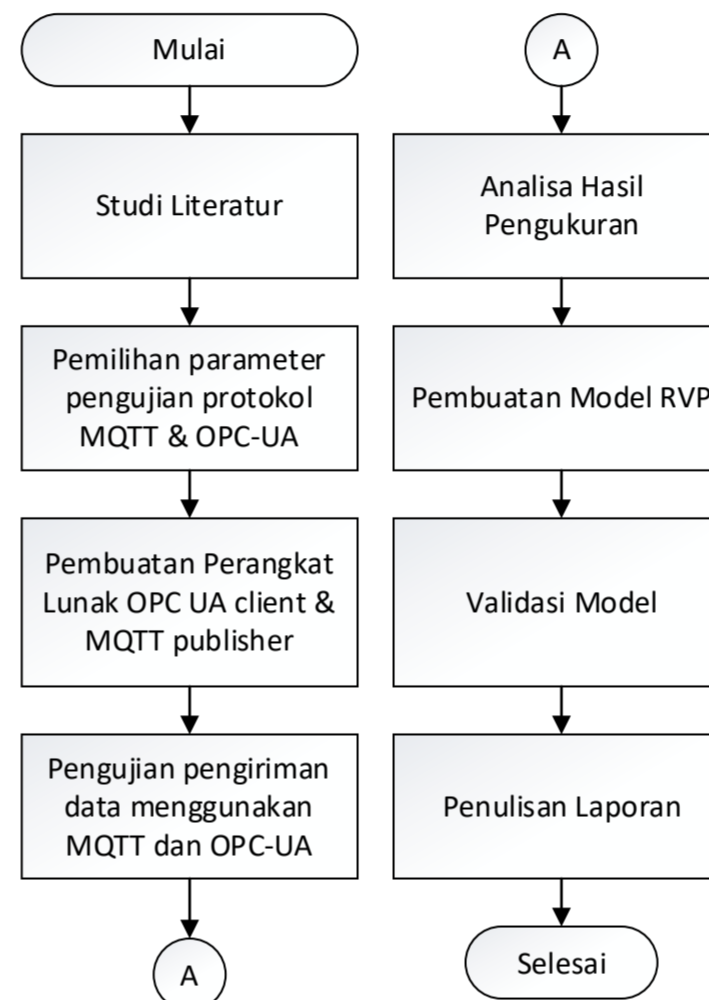
BMS-Slave bertugas untuk melakukan pemantauan kondisi baterai seperti pengukuran arus, tegangan dan suhu sel baterai serta fungsi proteksi baterai sedangkan BMS-Master bertugas antara lain untuk melakukan fungsi-fungsi yang membutuhkan komputasi yang lebih tinggi seperti misalnya perhitungan estimasi SoC, SoH dan RUL, penyimpanan data serta antarmuka ke dunia luar (USB atau TCP/IP)

TUJUAN PENELITIAN

1. Memperoleh protokol komunikasi data yang paling efisien untuk diterapkan pada SMB berbasis sistem tertanam
2. Memperoleh model kinerja komunikasi data SMB berbasis sistem tertanam menggunakan metode pembelajaran mesin

METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan awal perancangan dimulai dengan melakukan studi literatur mengenai protokol komunikasi data OPC-UA dan MQTT untuk mengetahui bagaimana mekanisme pengiriman data menggunakan protokol-protokol tersebut. Tahapan selanjutnya pemilihan parameter-parameter pengujian protokol komunikasi data MQTT dan OPC-UA. Selanjutnya adalah pembuatan perangkat lunak sebagai simulator untuk komponen pengirim data SMB, serta perangkat lunak penerima data-data tersebut. Setelah pembuatan simulator perangkat lunak selesai maka dilakukan implementasi pengujian pengiriman data. Hasil pengukuran pengujian kemudian disimpan dalam database. Tahapan implementasi selanjutnya adalah analisa data hasil pengujian serta pembuatan model kinerja komunikasi data menggunakan metode pembelajaran mesin RVP. Terakhir adalah penulisan laporan penelitian.

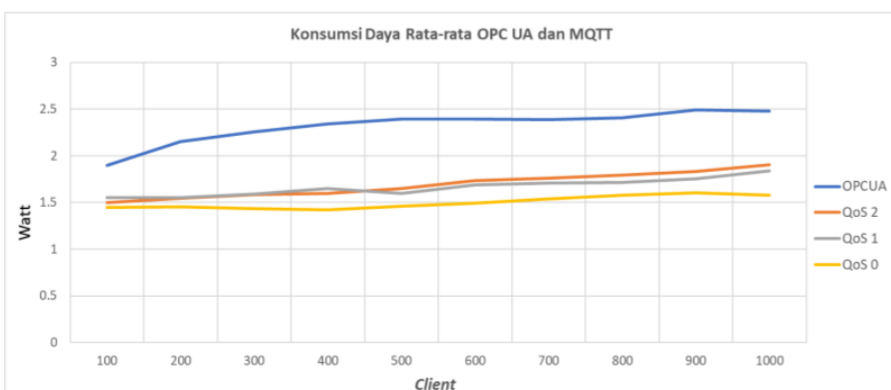


Implementasi dan Pengujian Komunikasi Data:

Pengujian dilakukan dengan menerapkan skenario "multi-publisher". Skenario ini menggambarkan sejumlah besar pengirim data (*publisher/client*) yang mengirimkan data ke sebuah *server* dengan besar kecepatan pengiriman data yang bervariasi (*update rate*). Pada setiap pengujian pengiriman data, dilakukan perekaman lalu lintas data menggunakan aplikasi protokol analyzer *wireshark*, pengukuran penggunaan *server* (CPU, RAM, *bandwidth* dan konsumsi daya)

Konsumsi daya:

MQTT mengkonsumsi lebih sedikit daya daripada OPC-UA, dan untuk MQTT semakin rendah level QoS, semakin rendah konsumsi energinya. Untuk kedua protokol semakin banyak koneksi *client*, semakin tinggi konsumsi energinya

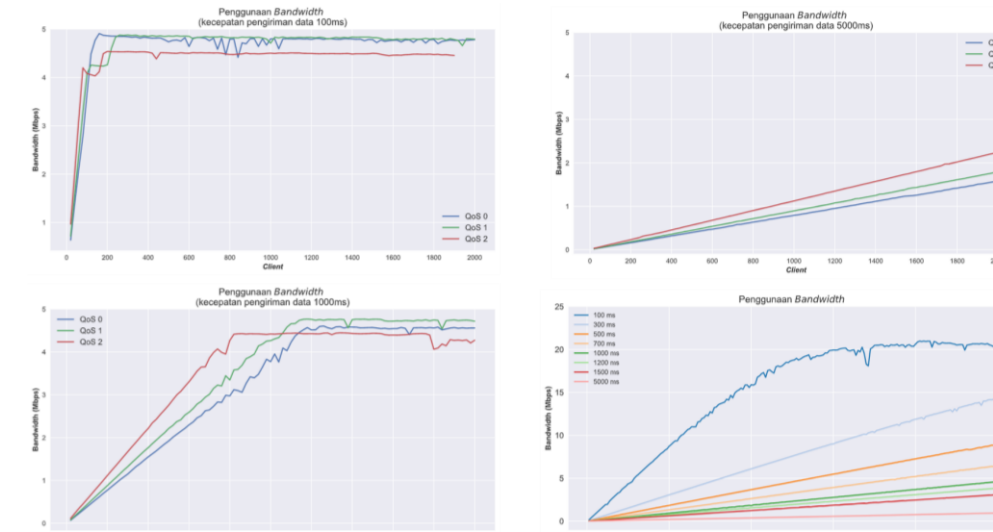


Penggunaan CPU:

Semakin tinggi kecepatan pengiriman data dan semakin banyak *client* yang terhubung, maka penggunaan CPU akan semakin tinggi. OPC-UA lebih banyak menggunakan CPU dibandingkan dengan MQTT. Semakin tinggi level QoS yang digunakan, semakin tinggi konsumsi CPU.

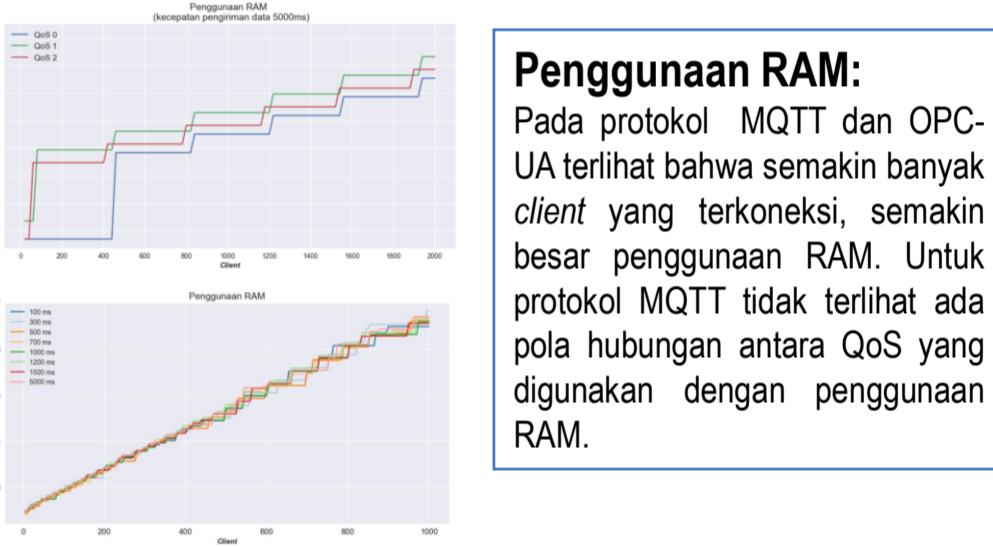
Penggunaan Bandwidth:

Semakin tinggi kecepatan pengiriman data dan semakin banyak *client* yang terhubung, maka penggunaan *bandwidth* akan semakin tinggi. OPC-UA lebih banyak menggunakan *bandwidth* dibandingkan dengan MQTT. Semakin tinggi level QoS yang digunakan, semakin besar *bandwidth* yang dibutuhkan.



Penggunaan RAM:

Pada protokol MQTT dan OPC-UA terlihat bahwa semakin banyak *client* yang terkoneksi, semakin besar penggunaan RAM. Untuk protokol MQTT tidak terlihat ada pola hubungan antara QoS yang digunakan dengan penggunaan RAM.

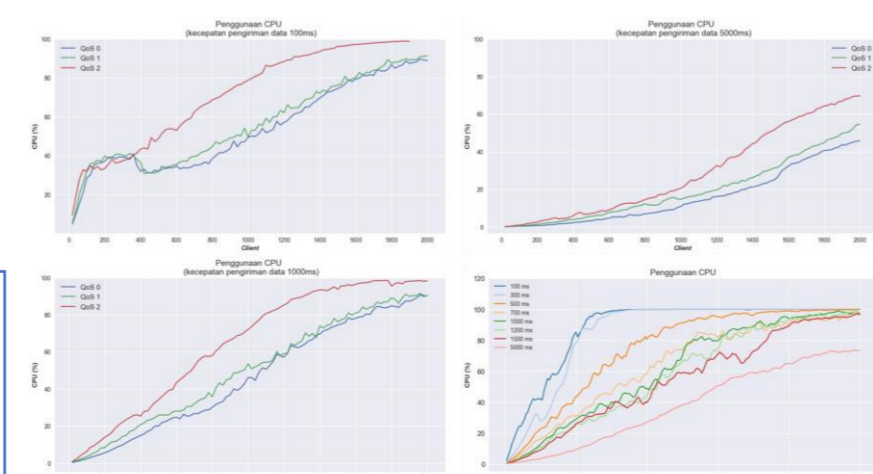


Payload Ratio:

Perbandingan jumlah data sebenarnya (*payload*) dengan jumlah data keseluruhan yang dibutuhkan untuk mengirimkan data *payload* dalam jaringan TCP/IP. semakin tinggi nilai rasio, semakin baik.

$$\text{payload ratio} = \frac{\text{size of payload}}{\text{total byte transmitted}}$$

Data	Payload ratio			
	QoS 0	QoS 1	QoS 2	OPC UA
Current	0.1651	0.1053	0.0623	0.0257
Voltage	0.7281	0.6163	0.4770	0.0563
Temperature	0.7197	0.6103	0.4734	0.0573



Pemodelan:

Penggunaan CPU dan konsumsi daya atau energi adalah yang paling menentukan kinerja komunikasi data, sehingga penggunaannya perlu diatur sehingga komunikasi data tidak membebani kinerja CPU dan SMB berbasis tertanam hemat energi. Salah satu upaya untuk mengatur penggunaan CPU dan konsumsi daya untuk komunikasi data adalah memodelkan kinerja komunikasi data dengan memanfaatkan pembelajaran mesin metode RVP (Regresi Vektor Pendukung)

Parameter	Penggunaan CPU		Konsumsi Daya	
	MQTT C=1000, Gamma=40, epsilon=0,001	OPC-UA C=1000, Gamma=50, epsilon=0,001	MQTT C=100, Gamma=10, epsilon=0,001	OPC-UA C=50, Gamma=10, epsilon=0,001
MSE	4,1395	2,7540	0,0011	0,0010
MAE	0,8931	0,9710	0,0267	0,0261
R ²	0,9960	0,9974	0,9874	0,9882

KESIMPULAN

1. Protokol komunikasi data MQTT adalah protokol yang paling efisien untuk digunakan sebagai protokol komunikasi data sistem manajemen baterai dibandingkan dengan OPC-UA karena menggunakan CPU, RAM, bandwidth dan konsumsi daya yang lebih rendah daripada OPC-UA.
2. Pada kedua protokol, penggunaan CPU dan konsumsi daya akan menjadi *bottleneck* karena dipengaruhi oleh jumlah *client*, kecepatan pengiriman data dan QoS (untuk MQTT), untuk itu dibuat model menggunakan metode RVP untuk dapat mengestimasi penggunaan CPU dan konsumsi daya berdasarkan pengaruh yang telah disebutkan. Model tersebut dapat digunakan untuk merencanakan atau mengatur beban CPU dan konsumsi daya yang akan digunakan dalam sistem manajemen baterai untuk komunikasi data. Penggunaan CPU dan konsumsi daya untuk komunikasi data SMB tidak boleh mengganggu fungsi-fungsi utama dari sistem manajemen baterai. Model kinerja komunikasi data yang dihasilkan cukup akurat dalam mengestimasi data penggunaan CPU dan konsumsi daya.