

# Model dan analisis antrian paket data acak pada Slave-Station jaringan broadband power line communication = Modeling and analysis of random data packet queue on Slave-Station of broadband power line communication network

Basuki Rahmat, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20329066&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Jaringan telekomunikasi untuk sistem tenaga listrik menjadi salah satu fasilitas pendukung penting untuk monitor dan kontrol sistem tenaga pada jaringan distribusi dalam cakupan area luas. Jaringan demikian bisa dipandang sebagai jaringan syaraf sistim tenaga. Teknologi Broadband Power Line Communication(Broadband PLC) terkini dengan standar HomePlug AV dan IEEE P1901 bisa menawarkan landasan guna menggelar jaringan sensor-synchrophasor pada jaringan distribusi tenaga untuk menjadikan suatu sistim smart grid. Trafik paket data acak melewati slave-station jaringan sensor-synchrophasor dengan kapasitas buffer terbatas dan kanal keluaran tunggal, dapat dimodelkan sebagai antrian paket data acak pada slave-station jaringan Broadband PLC. Akses kanal transmisi bersama dari sejumlah sensor-synchrophasor pada kanal keluaran slave-station menuju sentral kontrol sistim tenaga pada master-station diatur oleh skema protokol MAC kombinasi CSMA/CA dan TDMA.

Gangguan tenaga listrik bisa menyebar luas dalam jaringan distribusi tenaga, akibatnya sejumlah sensor-synchrophasor berpotensi membangkitkan trafik paket data acak melewati slave-station menuju master-station secara bersamaan. Situasi demikian, mengakibatkan kompetisi akses kanal transmisi bersama menuju master-station, dan berdampak pada sistim antrian dalam slave-station mengalami kondisi jenuh. Disisi lain, munculnya gangguan tersebut, bisa menurunkan kekuatan maupun kapasitas kanal komunikasi pada jaringan Broadband PLC. Lebih lanjut, situasi itu mengakibatkan munculnya paket loss antrian yang tidak diharapkan, dan menyebabkan informasi kondisi jaringan distribusi melewati slave-station menjadi tidak utuh ketika sampai di sentral kontrol sistim tenaga.

Penelitian ini memodelkan antrian paket data acak pada slave-station jaringan Broadband PLC dengan pendekatan rantai Markov. Dengan asumsi bahwa kedatangan paket data acak pada suatu antrian dengan kapasitas buffer terbatas serta server tunggal, model tersebut secara ringkas dapat dinyatakan dengan notasi Kendall's sebagai BMAP/M/1/B. Model ini sebagai model terbaru untuk sistim antrian paket data acak pada slave-station jaringan Broadband PLC sebagai jaringan sensor-synchrophasor dalam jaringan distribusi tenaga. Model juga dinyatakan dengan formula matematik dan ditunjukkan dengan diagram keadaan rantai Markov Multiphase Batch Poisson dalam 3 fasa-Markov.

Analisis model antrian paket data acak pada kondisi jenuh menunjukkan terjadinya probabilitas paket loss sebagai fungsi laju kedatangan, laju layanan dan kapasitas buffer data dalam antrian. Dari simulasi numerik sistim antrian pada kondisi jenuh, untuk tiap 1000 kedatangan paket data acak dengan laju kedatangan bervariasi acak antara 14 Mbps hingga 150 Mbps; kapasitas buffer 64 Mbit serta laju layanan tetap pada 100 Mbps, muncul probabilitas paket loss bervariasi acak antara 0 hingga 33.5 %, dengan nilai rata-rata 6.75 %. Selanjutnya, jika kapasitas buffer antrian dinaikkan dari 16 Mbit ke 128 Mbit, diperoleh penurunan probabilitas paket loss maksimum dari 5.42 % menjadi 0.38 % terhadap kenaikan laju kedatangan paket data secara linier.

Antrian paket data pada kapasitas buffer tetap 64 Mbit dengan laju layanan berubah dari 85; 100; 120; 135; hingga 150 Mbps, diperoleh rata-rata probabilitas paket loss maksimum 1.2 %. Pada laju layanan 85 Mbps, probabilitas paket loss maksimum adalah 1.1 %, jika laju layanan dinaikkan menjadi 100 Mbps maka probabilitas paket loss turun menjadi  $(2.3) \times (10^{-4})$  %, sementara jika laju layanan dinaikkan menjadi 120 Mbps, probabilitas paket loss turun menjadi  $(0.1) \times (10^{-4})$  %.

Selanjutnya, eksperimen numerik yang diekspresikan secara grafis, menunjukkan bahwa kenaikan laju layanan dapat menurunkan probabilitas packet loss dengan 6,78 kali lebih rendah dibandingkan penambahan kapasitas buffer. Oleh karena itu, secara teknis peningkatan kinerja sistem antrian paket data pada jaringan Broadband PLC akan lebih signifikan dengan peningkatan laju layanan dari pada penambahan kapasitas buffer. Untuk mengatur laju layanan antrian terhadap variasi acak laju kedatangan paket data dapat digunakan metode kontrol adaptif yang di tanam dalam Medium Access Control pada jaringan Broadband PLC.

.....Telecommunication network over the power system is one of the important support facilities for monitoring and controlling over wide-area coverage of power distribution network. Such networks can be viewed as neural network of power systems. Latest Broadband Power Line Communication (Broadband PLC) technology with HomePlug AV or IEEE P1901 standard may offer a platform for synchrophasor-sensor network in power distribution network to establish a smart distribution grid. Random data traffic passing through the slave-station of synchrophasor-sensor network with limited buffer capacity and single output channel can be modeled as a randomly data packet queue on slave-station of Broadband PLC network. The access of shared transmission channel from a number synchrophasor-sensor to output channel of slave-station into the central master control of the power system regulated by a combination MAC protocol scheme of CSMA /CA and TDMA.

The electric power disturbance may be spread in the power distribution network, resulting in a sensor-synchrophasor potentially generate random packet traffic passing through a slave-station into master-station simultaneously. Such situation, cause to packet contention on shared channel into master-station, and impact to be saturated of the queue system. The other hand, occurs of the disturbance may reduce to bandwidth or capacities of communications channel of Broadband PLC network. Further, that situation leads to occur unexpected packet loss, and cause to be not intact the information of distribution network condition passing through slave-station when reached on central of power systems control.

This research is modeling of the random data packet queue on slave-station of Broadband PLC network with Markov chain approach. Assuming that arrival of randomly data packet on a queue with limited buffer capacity and single server, thus model could be stated concisely by Kendal's notation as BMAP/M/1/B. This is a newest model for random packet queuing system on slave-station of Broadband PLC network as synchrophasor-sensor network of power distribution network. Furthermore, thus model also is expressed by the mathematical formula and shown by the state transition diagram of Markov chain Multiphase Batch Poisson in 3-phase Markov.

Analysis of random data packet queuing model in saturated conditions shows a packet loss is dependents on arrival rate, service rate and buffer capacity the queue. From the numerical simulation of the queuing system in saturated conditions, for each 1000 data packet arrival on 64 Mbit buffer capacities, 100 Mbps service rate, and random packet arrival rate between 14 Mbps to 150 Mbps, causes packet loss with probability between zero (0) to 33.5%, with the average is 6.75%. Furthermore, if the queue buffer capacity increased from 16 Mbit to 128 Mbit, obtained maximum probability of packet loss may decrease from 5.42 % to 0.38

% to the linearly increase in packet arrival rate.

On queue data packet on 64 Mbit fixed buffer capacity with service rate varied on 85; 100; 120; 135; up to 150 Mbps, obtained an average maximum packet loss probability at 1.2 %. At service rate 85 Mbps, the maximum packet loss probability is 1.1%, if service rate increased to 100 Mbps, the packet loss probability decreased to  $(2.3) \times (10^{-4})\%$ , while if service rate increased to 120 Mbps, the packet loss probability decreased to  $(0.1) \times (10^{-4})\%$ .

Further, numerical experiments are graphically expressed, shows that the increases of service rate can reduce the packet loss probability by 6.78 times lower than buffer capacity additions. Hence, technically to improvement of the packet queuing system performance on Broadband PLC network, more significantly by increases of service rate than adding of buffer capacity. To regulate of queue service rate to the random variation of data packet arrival rate can be use an adaptive control method that embedded in Medium Access Control of Broadband PLC network.