



Manajemen Subnetting IP dengan Metode VLSM Pada VLAN Menggunakan Mikrotik pada Lorus Celluler

Iqbal Fajri¹, Rostam Ahmad Efendi², Ikhsan³

¹Sistem Komputer, STMIK Jayanusa

^{2,3}Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang

¹iqbalfajri996@gmail.com. ²rostamahmadeefendi@pnp.ac.id. ³riksjp21@gmail.com

Abstract

Lorus Celuler is a company engaged in the sale of cellphones, accessories, and cellphone services, currently Lorus Celuler has many computer devices connected to the internet network that require a stable internet network. Mapping the IP (Internet Protocol) Address for each user on the LAN (Local Area Network) on Lorus Celluler is still done manually and without recording the IP Address that has been given to the previous user, so there is the potential for double IP addresses. The purpose of this research is to manage IP subnetting on VLANs using the VLSM method which can overcome the occurrence of multiple IP addresses. Data collection methods in this research use field studies, library studies and laboratory studies in designing the network topology to be used. Meanwhile, the system development method used is the prototyping method. The results that can be obtained from this research are to save on the use of computer network hardware which is relatively expensive, can minimize the potential for double IP addresses, and maximize the use of IP addresses (Internet Protocol) addresses.

Keywords : Subnetting, Mikrotik, VLAN, VLSM Method

Abstrak

Lorus Celuler merupakan perusahaan yang bergerak dibidang penjualan *handphone*, *accessories*, dan *services handphone*, saat ini Lorus Celluler memiliki banyak perangkat komputer yang terkoneksi dengan jaringan internet yang membutuhkan jaringan internet yang stabil. Pemetaan IP (*Internet Protocol*) Address pada setiap pengguna yang ada di LAN (*Local Area Network*) pada Lorus Celluler masih dilakukan secara manual dan tanpa mencatat IP Address yang telah diberikan kepada pengguna sebelumnya, sehingga berpotensi terjadinya IP Address ganda. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk manajemen subnetting IP pada VLAN dengan menggunakan metode VLSM yang dapat mengatasi terjadi ip addrees ganda. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan studi lapangan, studi perpustakaan dan studi laboratorium dalam merancang topologi jaringan yang akan digunakan. Sementara itu metode pengembangan sistem yang digunakan yaitu metode *prototyping*. Hasil yang dapat diperoleh dataai penelitian ini adalah menghemat penggunaan hardware jaringan komputer yang relatif mahal, dapat meminimalisir potensi terjadinya IP address ganda, serta memaksimalkan penggunaan alamat IP (*Internet Protocol*) address.

Kata Kunci : Subnetting, Mikrotik, VLAN, Metode VLSM

1. Pendahuluan

Perkembangan dan kemajuan teknologi informasi sangatlah cepat, kebutuhan akan aksesibilitas data yang cepat dan stabil telah mendorong penggunaan teknologi informasi di segala bidang, baik politik, ekonomi, kesehatan, hiburan dan terutama pada sebuah perusahaan, dimana teknologi informasi menjadi pendukung utama untuk meningkatkan mutu dan performa suatu bidang. Kemampuan komunikasi yang tidak mengenal batasan ruang dan waktu melalui teknologi jaringan, merupakan syarat utama disetiap bidang untuk dapat terus meningkatkan efisiensi kinerja. Penggunaan teknologi komputer dan internet menjadi pilihan terbaik untuk dapat memaksimalkan mutu dan kualitas sebuah sistem, yang hasilnya akan menjadi tolak ukur suatu keberhasilan [1].

Lorus Cellular merupakan perusahaan yang bergerak dibidang penjualan *handphone*, *accessories*, dan *services handphone*, saat ini Lorus Cellular memiliki beberapa *department* disetiap bidangnya yang mana *department* tersebut memiliki banyak perangkat komputer yang terkoneksi dengan jaringan internet, dengan begitu perusahaan membutuhkan jaringan internet yang stabil. Saat mengatur atau mengontrol internet, setiap perusahaan/kantor khususnya pada Lorus Cellular menggunakan router sebagai alat kontrolnya. Dengan menggunakan router, *administrator* dapat mengatur lalu lintas data internet yang sedang digunakan. Pemetaan IP (*Internet Protocol*) Address pada setiap pengguna yang ada di LAN (*Local Area Network*) pada Lorus Cellular masih dilakukan secara manual dan tanpa mencatat IP Address yang telah diberikan kepada pengguna sebelumnya, sehingga terjadi kesamaan IP Address yang menyebabkan tabrakan antar paket data yang dikirim oleh dua atau lebih pengguna pada saat yang bersamaan pada jaringan komputer. Akibat hal tersebut maka perhitungan IP menjadi kurang efisien dan mengakibatkan lemahnya kecepatan data internet yang digunakan. Dengan permasalahan tersebut perlu adanya pemetaan IP dan perhitungan IP yang dilakukan demi terciptanya suatu topologi dan subnetting jaringan komputer yang tepat dan efisien, diantaranya dengan VLAN dengan menggunakan metode VLSM.

VLAN (*Virtual Local Area Network*) untuk menghindari keterbatasan fisik dari LAN melalui sifat virtualnya, yang mana VLAN ini memungkinkan organisasi melakukan skala jaringan dengan segmentasi dan keamanan yang lebih baik [2].

VLSM (*Variable Length Subnet Mask*) merupakan metode yang dilakukan untuk pengoptimalan pemetaan *ip address* terhadap *user*, VLSM memberikan solusi untuk pemberian *ip address* secara tepat dan juga lebih terdata dengan rapi sehingga tidak lagi terdapat *ip address* yang sama

antara dua atau lebih *user* yang menyebabkan gangguan pada proses pengiriman data [3].

Penerapan VLSM pada VLAN di Lorus Cellular diharapkan akan memaksimalkan penggunaan alamat *ip* dan mengurangi terjadinya tabrakan antar paket data, akibatnya perhitungan *ip* menjadi kurang efisien dan mengakibatkan lemahnya kecepatan data internet yang digunakan.

Tujuan merancang dan membangun mikrotik Manajemen Subnetting IP Dengan Metode VLSM Pada VLAN Menggunakan Mikrotik untuk dapat menghindari terjadinya tabrakan antar paket data pada IP address di Lorus Cellular.

2. Metode Penelitian

2.1 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini tentunya diperlukan metode yang dipergunakan untuk melakukan penelitian sehingga mampu menjawab masalah – masalah yang sedang diteliti dan tujuan penelitian [4].

2.1.1 Observasi

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengamati secara langsung di lapangan [5][6]. Melihat masalah-masalah yang terjadi pada jaringan di Lorus Cellular.

2.1.2 Wawancara (*interview*)

Melakukan tanya jawab kepada pihak terkait yang diteliti misalnya mencari informasi permasalahan untuk diimplementasikan.

2.1.3 Studi Pustaka

Mengumpulkan data melalui *study* literatur yaitu dengan membaca dan mengumpulkan bahan-bahan teori yang diperlukan dari beberapa sumber/literatur yang berkaitan dengan penelitian [7].

2.2 Penelitian Laboratorium

Dalam penelitian ini dilakukan perancangan program dan mempraktekkan langsung hasil dari analisa dan menguji kebenaran rancangan sistem yang diciptakan dengan menggunakan perangkat komputer dan aplikasi yang nantinya menghasilkan sistem yang siap diterapkan [8].

2.3 Pengumpulan Kebutuhan

Prosesnya adalah mengidentifikasi semua kebutuhan, dan garis besar *system* yang akan dibuat. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan kebutuhan dari *system* dengan cara mendengar kebutuhan dari *client*, untuk membuat suatu *system* yang sesuai kebutuhan, maka harus diketahui terlebih dahulu bagaimana *system* yang sedang berjalan untuk kemudian mengetahui masalah yang terjadi.

2.4 Analisa Sistem Yang Sedang Berjalan

Analisa adalah aktivitas yang memuat sejumlah kegiatan seperti mengurai, membedakan, dan memilih sesuatu untuk digolongkan dan dikelompokkan kembali menurut kriteria tertentu kemudian dicari kaitannya dan tafsiran maknanya, sehingga hasilnya dapat dipelajari dan diterjemahkan dengan cara yang singkat.

Analisa *system* adalah penguraian dari suatu *system* yang utuh kedalam bagian-bagian komponennya dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi permasalahan-permasalahan, kesempatan-kesempatan, hambatan-hambatan, dan kebutuhan-kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikan-perbaikannya.

Untuk penyusunan *system*, langkah-langkah yang dilakukan sebelum merancang suatu sistem baru adalah menganalisa, mengamati dan mempelajari sistem yang sedang berjalan. Maksud dari hal ini yaitu bagaimana mengetahui cara kerja sistem yang lama. Dengan diketahui cara kerja sistem yang lama, baru kita dapat melakukan langkah-langkah perancangan yang ingin dicapai atau dibentuk. Disamping itu kita dapat mengetahui letak kelemahan atau keunggulan sistem yang lama tersebut.

Sistem yang sedang berjalan pada jaringan Lorus Celluler masih dilakukan secara manual dan tanpa mencatat ip *address* yang diberikan kepada pengguna sebelumnya, sehingga terjadi kesamaan ip *address* yang menyebabkan tabrakan antar paket data yang dikirim oleh dua atau lebih pengguna pada saat yang bersamaan pada jaringan internet, perlu adanya pemetaan dan penghitungan ip *address* pada jaringan internet dengan menerapkan VLAN untuk pembagian ip *address* dan VLSM untuk metode penghematan host.

2.5 Analisa Yang di Usulkan

Sistem yang diterapkan nantinya diharapkan akan memaksimalkan penggunaan alamat ip *address* untuk mengurangi terjadinya tabrakan antar paket data, akibatnya penghitungan ip *address* menjadi kurang efisien.

2.6 Analisa Kebutuhan

Dalam analisa kebutuhan *system* ada beberapa komponen yang dibutuhkan, analisis kebutuhan *system* dibagi dalam dua tahap yaitu analisis kebutuhan fungsional yang berkaitan dengan kebutuhan dasar pengguna terhadap sistem yang dibangun dan kebutuhan non fungsional yang berkaitan dengan kebutuhan dalam perancangan dan pembuatan sistem tersebut.

2.6.1 Analisa Kebutuhan Fungsional

Analisa kebutuhan fungsional dilakukan untuk mengetahui kebutuhan pengguna akan sistem yang

dibangun. Secara teknis, sistem yang dibangun memiliki beberapa fitur yang dapat diakses oleh client (*user*). Dengan adanya fitur tersebut, *user* dapat menghindari terjadinya tabrakan antar paket data dan dapat menghemat host.

2.6.2 Analisa Kebutuhan Non Fungsional

Analisis kebutuhan non fungsional meliputi analisis tentang kebutuhan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang digunakan dalam membangun sistem serta pengguna yang dapat memanfaatkan sistem tersebut.

2.6.2.1 Analisa Kebutuhan Perangkat Keras

Adapun beberapa perangkat keras pendukung sistem *Subnetting* Ip pada VLAN adalah sebagai berikut: 1). Laptop/PC, digunakan untuk melakukan akses ke winbox yang telah dirancang; 2). Mikrotik RB941-2nD-TC HAP Lite, sebagai R1 (*router utama*) untuk konfigurasi jaringan LAN dan juga dapat mengatur jaringan internet yang dapat dilakukan secara terpusat yang dapat memudahkan admin. 3). Mikrotik RB951Ui-2nD, difungsikan sebagai R2 (*router switch*) untuk mendistribusikan jaringan ke perangkat Laptop/PC. 4). *Smartphone/hotspot* HP, sebagai uji coba untuk mengakses winbox menggunakan jaringan *hotspot* HP; 5). Kabel UTP sebagai media penghubung antar perangkat lokal.

Tabel 1. Perangkat Keras Pendukung Sistem

Perangkat Keras	Jumlah	Spesifikasi
		PC INTEL CORE i3, RAM
<i>Laptop/PC</i>	1 unit	4GB, HDD 500 GB, NVIDIA GEFORCE 920 MX
		RB941-2nD-TC HAP Lite
Router <i>Mikrotik</i>	2 unit	RB951UI-2nD
Kabel UTP	Secukupnya	Straight
<i>Smartphone</i>	1 unit	-

2.6.2.2 Analisa Kebutuhan Perangkat Lunak

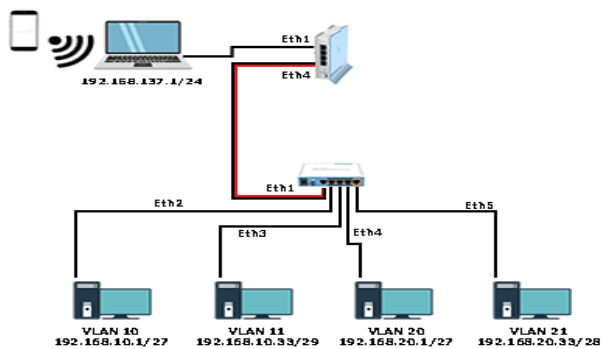
Adapun beberapa perangkat keras pendukung sistem *Subnetting* Ip pada VLAN adalah sebagai berikut: 1). Winbox, merupakan *software* yang digunakan untuk merancang/mensetting jaringan sesuai kebutuhan; 2). Command Prompt, merupakan *software* yang digunakan untuk mentes/*ping* ip *address*.

3. Hasil dan Pembahasan

Virtual LAN atau VLAN merupakan sebuah pengelompokan logis dari port yang memiliki lokasi yang independen. Sebuah VLAN akan berjalan seperti yang berada pada layer network 3 yang terpisah. VLAN ID adalah suatu informasi yang ditambahkan pada setiap frame untuk mengijinkan pengiriman frame melalui switch mode trunk, serta untuk memberikan identitas sebuah VLAN dan digunakan nomor identitas VLAN yang dinamakan VLAN ID [9].

VLSM merupakan teknik digunakan untuk mem-filter IP Address agar tidak terjadi pemborosan IP. Dengan VLSM maka IP Address yang tidak termasuk dalam tabel *subnetting* tidak dapat digunakan pada jaringan yang berbeda. *Subnetting* dilakukan dengan cara menghitung bilangan *bit* yang terdapat dalam IP Address. IPv4 memiliki 4 oktat dan 32 *bit*, masing-masing oktat memiliki 8 *bit* bilangan *biner*. Dalam perhitungan *subnetting admin* jaringan harus memiliki logika matematika dan perhitungan analisa yang baik. VLSM (*Variable Length Subnet Mask*) adalah suatu teknik untuk mengurangi jumlah terbuang alamat yang dapat memberi suatu *subnet* ke seseorang, dan dia dapat lebih lanjut membagi dalam beberapa *subnet*. Oleh karena lebar dari *subnet* akan diperkecil, maka disebut dengan *Variable Subnet Length Mask* (VLSM) [10].

Adapun topologi jaringan yang dihasilkan seperti gambar 1.

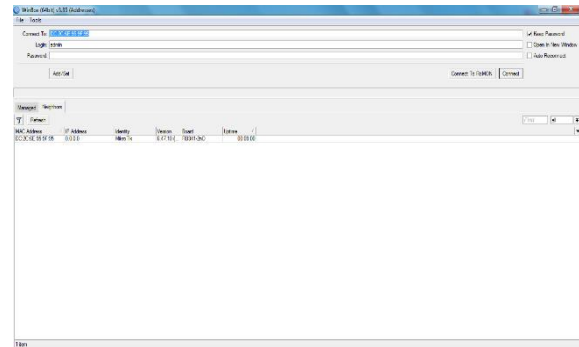


Gambar 1. Rancangan Topologi VLAN dengan Metode VLSM

Dalam tahap ini *prototyping* yang sudah disepakati kemudian dilakukan konfigurasi, beberapa konfigurasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

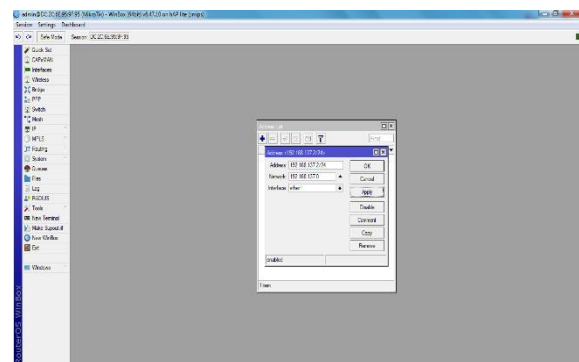
3.1 Konfigurasi Router Utama

Login ke router utama menggunakan winbox seperti pada gambar 2.



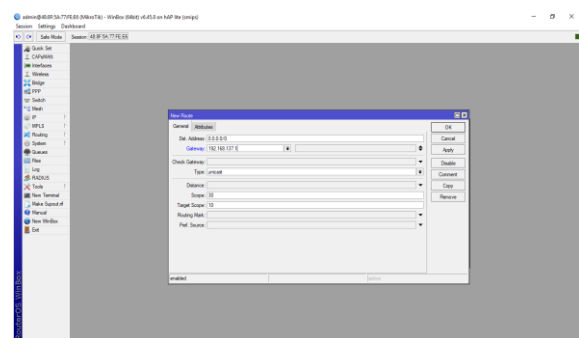
Gambar 2. Login Winbox

Kemudian lakukan Konfigurasi Ip Address seperti tampak pada gambar 3.



Gambar 3. Konfigurasi IP Address

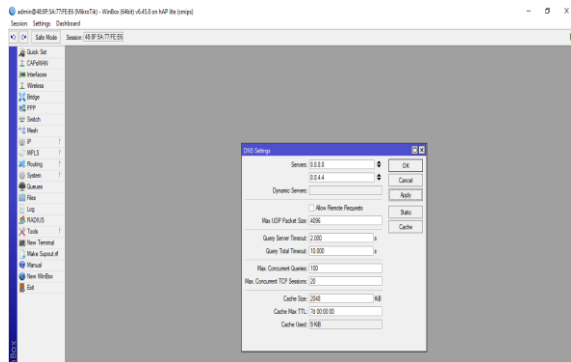
Selanjutnya melakukan Konfigurasi Gateway Ip Routes seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan New Routes

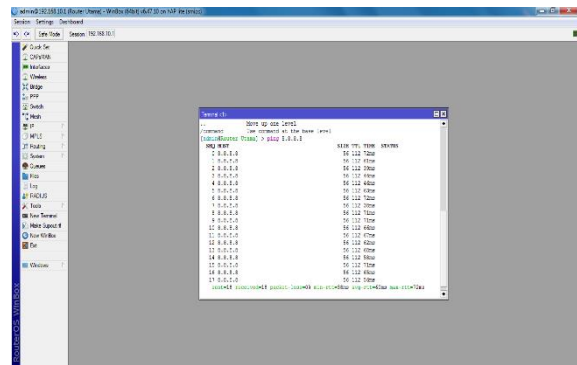
Selanjutnya untuk DNS Server, disini kita menggunakan ip *standard* yaitu 8.8.8.8 dan 8.8.4.4, DNS Server ini memiliki fungsi sebagai penerjemah dari tulisan seperti google.com ke dalam bentuk ip dan menghubungkannya ke google website, Lalu klik *next*.

Berikutnya lakukan Konfigurasi DNS seperti pada gambar 5.



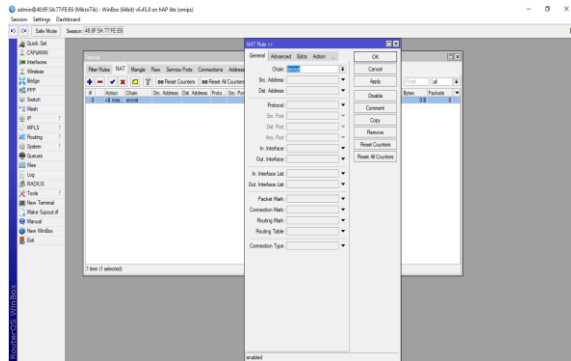
Gambar 5. Tampilan Konfigurasi DNS

Setelah semua konfigurasi selesai, selanjutnya tes koneksi dengan melakukan pencarian di terminal *ping* 8.8.8.8

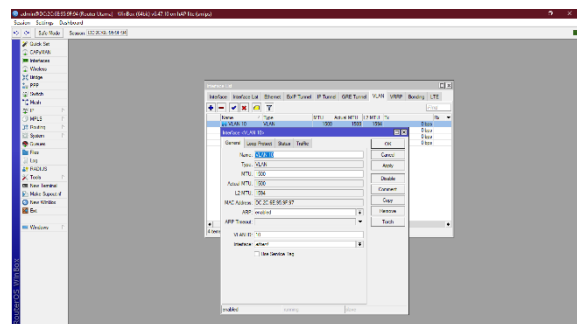


Gambar 9. Tes Koneksi Berhasil

Langkah selanjutnya adalah melakukan konfigurasi *firewall* mikrotik melalui menu *IP Firewall*, kemudian pada tab *general*, pilih srcnat pada pilihan chain.

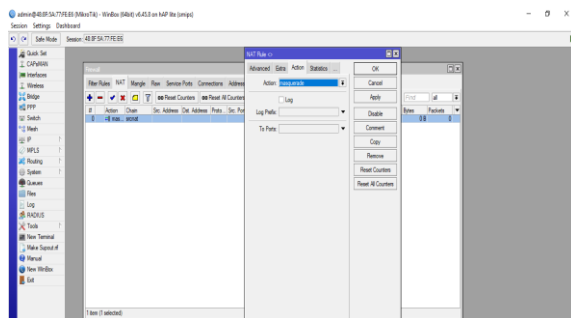


Gambar 6. Tampilan Setting General Chain

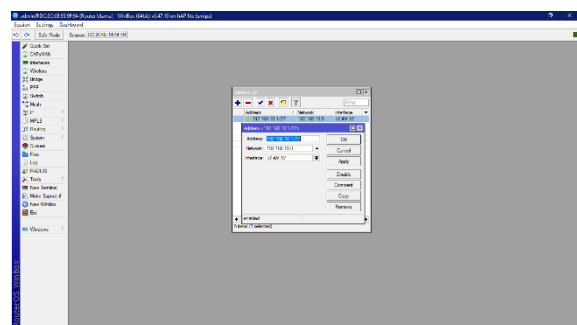


Gambar 10. Konfigurasi VLAN

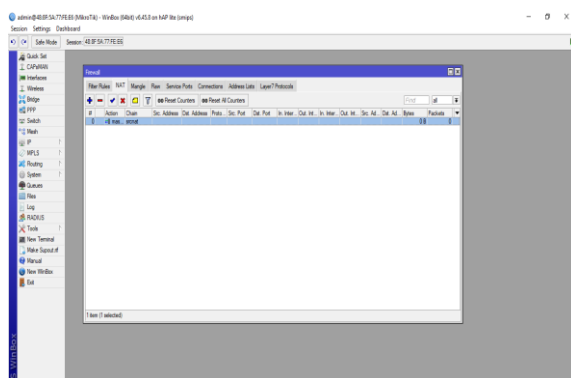
Setelah berhasil membuat VLAN, lalu aturlah IP *address* untuk masing-masing VLAN dengan cara masuk ke menu IP kemudian klik IP address.



Gambar 7. Tampilan Action Masquerade

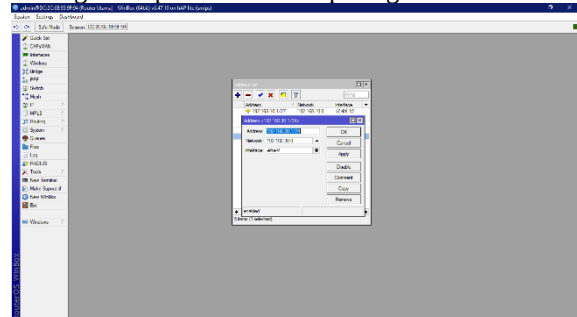


Gambar 11. Konfigurasi Ip untuk VLAN



Gambar 8. Tampilan Setting Firewall Success

Konfigurasi Ip DHCP Server pada gambar 12

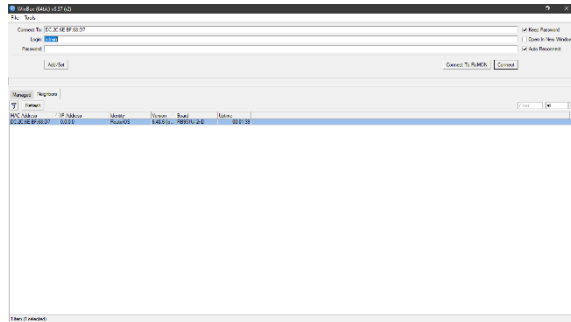


Gambar 12. Tampilan DHCP Server

3.2 Konfigurasi Router Switch

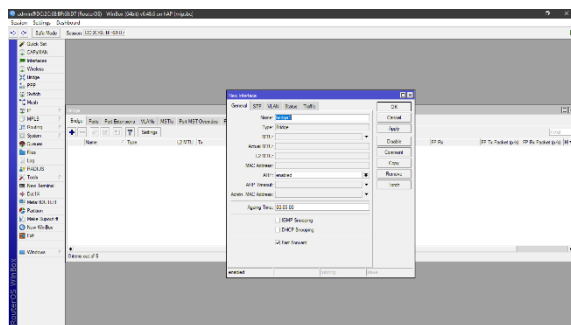
Pada bagian ini menjabarkan rancangan dasar untuk konfigurasi perangkat R2 (*router switch*) mikrotik sehingga bisa mendistribusikan VLAN, adapun rancangannya sebagai berikut:

Langkah pertama yaitu lakukan *login* ke perangkat mikrotik R2 (*router switch*) yang kita miliki melalui *software winbox*.



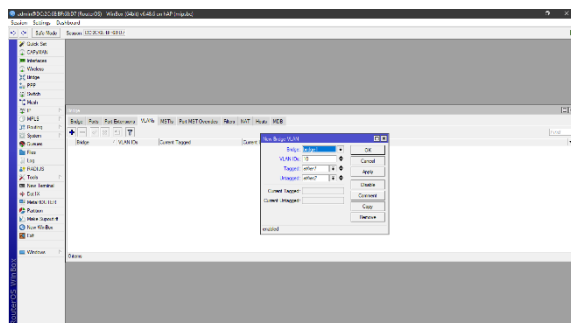
Gambar 13. Halaman Login Winbox

Setelah berhasil *login*, lalu aturlah *bridge*, dengan cara masuk ke menu *bridge* kemudian klik tombol tambah (+) lalu klik *ok*. Tampak pada gambar 14.



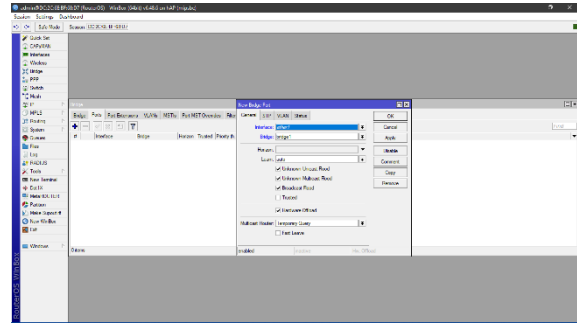
Gambar 14. Setting New Interface Bridge

Buatlah VLAN di menu *bridge* untuk semua *interface* yang digunakan, dengan cara masuk ke menu *bridge*, lalu klik *tab* VLANs, sesuaikan dengan konfigurasi yang ada pada Router Utama.

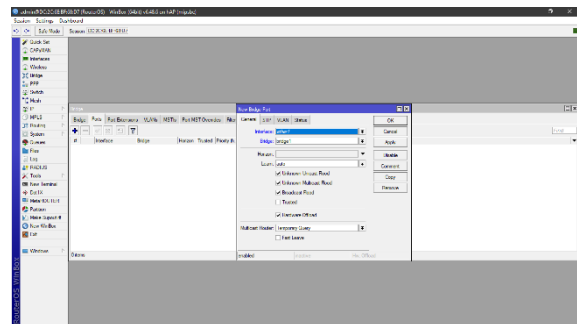


Gambar 15. Setting New Bridge VLAN

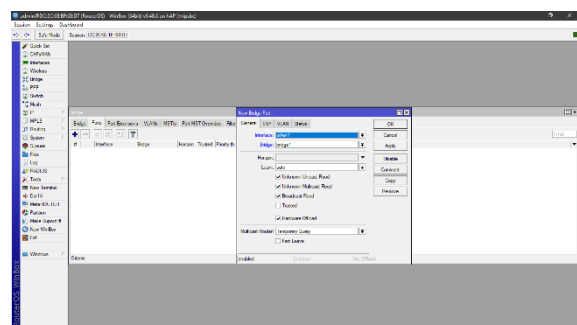
Setelah selesai setting di VLANs yang ada di menu *bridge* tadi, sekarang setting *ports* yang ada di menu *Bridge* seperti gambar 16 sampai gambar 19.



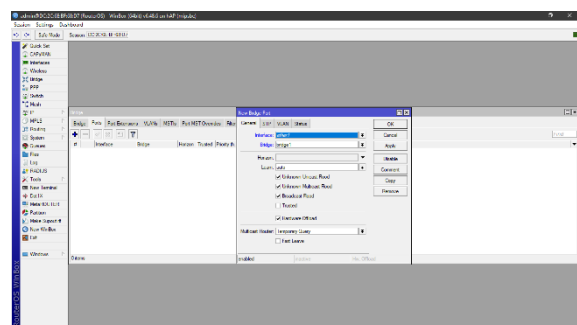
Gambar 16. Tampilan New bridge Port Eth1



Gambar 17. Tampilan New bridge Port Trunk

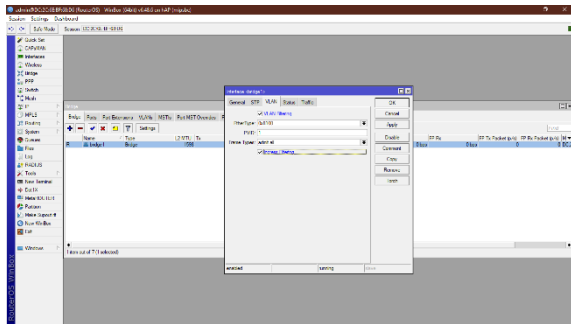


Gambar 18. Tampilan New bridge port eth2



Gambar 19. Tampilan New bridge port PVID

Setelah berhasil menambahkan port *Interface* di menu *ports*, selanjutnya aktifkan VLAN *Filtering* dan Ingress Filtering dengan cara mencentang pada *button* yang ada di *tab* *bridge*, lalu pilih VLAN, seperti pada gambar 20.



Gambar 20. Tampilan VLAN Filtering

3.3 Metode Penghitungan VLSM

Setelah berhasil membangun jaringan VLAN, maka untuk penghitungan IP addressnya dibutuhkan sebuah metode penghitungan VLSM yang disesuaikan dengan topologi seperti pada gambar 1. Pembagian *host* pada masing-masing ruangan/divisi adalah sebagai berikut :

VLAN 10 : Ruang Aksesoris membutuhkan sekitar 20 Host

VLAN 11 : Ruang Admin dan Kasir membutuhkan sekitar 6 Host

VLAN 20 : Gudang dan *Services* membutuhkan sekitar 30 Host

VLAN 21 : Ruang Manager dan HRD membutuhkan sekitar 10 Host

Pertama urutkan dari host yang membutuhkan host paling banyak, maka hasilnya terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengurutan Host

Vlan 20	Ruang <i>Services</i> dan Gudang	25 Host
Vlan 10	Ruang Aksesoris	20 Host
Vlan 21	Ruang Manager dan HRD	10 Host
Vlan 11	Ruang Admin dan Kasir	5 Host

Setelah diurutkan, langkah selanjutnya adalah menentukan *prefix* dan *blok subnet* yang digunakan, seperti tabel 3.

Tabel 3. Prefix dan Blok Subnet

NAMA	RUANGAN	BLOK	
		PREFIX	SUBNET
Vlan 10	Ruang Aksesoris	/27	32
Vlan 11	Ruang Admin dan Kasir	/29	8

Vlan 20	Ruang <i>Services</i> dan Gudang	/27	32
Vlan 21	Ruang Manager dan HRD	/28	16

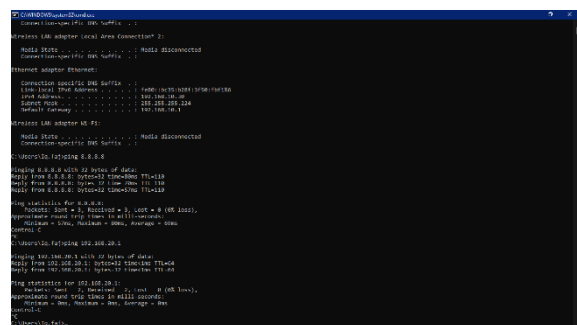
Setelah mendapatkan hasil dari *prefix* dan *blok subnet*, maka langkah selanjutnya menentukan alamat *subnet* pada masing-masing ruangan.

Tabel 4. Alamat Host masing-masing ruangan

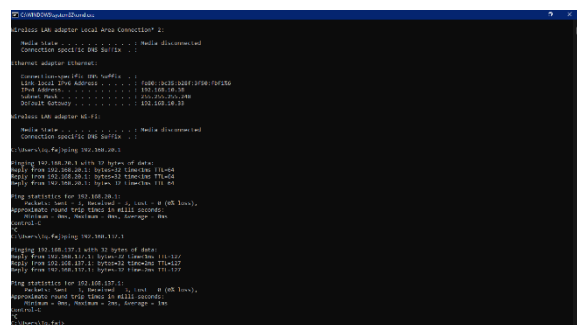
	Alamat	Host		Alamat
Nama	Subnet	pertama	Host terakhir	Broadcast
	192.168.10.0	192.168.10.1	192.168.10.30/	192.168.10.31/
Vlan 10	/27	/27	27	27
	192.168.10.3	192.168.10.3	192.168.10.38/	192.168.10.39/
Vlan 11	2/29	3/29	29	29
	192.168.20.0	192.168.20.1	192.168.20.30/	192.168.20.31/
Vlan 20	/27	/27	27	27
	192.168.20.3	192.168.20.3	192.168.20.46/	192.168.20.47/
Vlan 21	2/28	3/28	28	28

3.4 Menguji Sistem

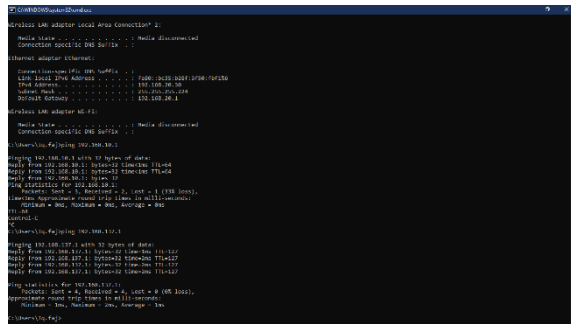
Proses pengujian terhadap konfigurasi mikrotik yang telah di konfigurasi sebelumnya, yang mana akan mencoba meimplementasikan VLAN dengan Metode VLSM. Langkah pengujiannya yaitu seperti tampak pada gambar 21 sampai gambar 24.



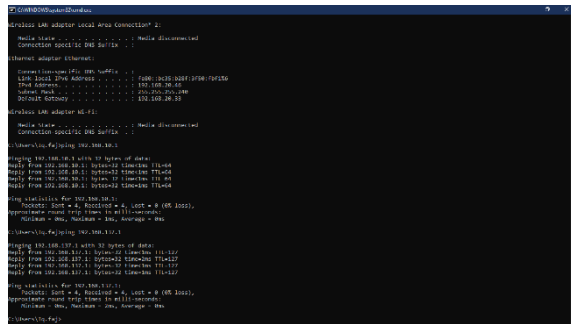
Gambar 21. Pengujian VLAN 10



Gambar 22. Pengujian VLAN 11



Gambar 23. Pengujian VLAN 20



Gambar 24. Pengujian VLAN 21

Kesimpulan

(1). Dengan adanya sistem manajemen subnetting ip dengan metode VLSM pada VLAN ini dapat membantu menghindari kesamaan IP address jaringan internet pada Lorus Celuler; (2). Dengan menerapkan *Virtual LAN*, dapat menghemat biaya operasional jaringan internet pada Lorus Celuler; (3). Dengan penerapan metode VLSM pada VLAN dapat memaksimalkan penggunaan alamat IP (*Internet Protocol*); (4). Metode VLSM memberikan solusi untuk pemberian IP address secara tepat dan juga lebih terdata dengan rapi sehingga tidak lagi terdapat IP address yang sama antara dua atau lebih *user* yang menyebabkan gangguan pada proses pengiriman data.

Daftar Rujukan

- [1] Novinaldi, R. Nurbahri, and Ikhsan, “Perancangan dan Implementasi Virtual Local Area Network (Vlan) untuk Optimalisasi Bandwidth Jaringan: Studi Kasus Universitas Baiturrahmah,” J. Pustaka Data (Pusat Akses Kaji.

Database, Anal. Teknol. dan Arsit. Komputer), vol. 1, no. 1 SE-Artikel, pp. 13–18, Dec. 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.pustakagalerimandiri.co.id/index.php/pustaka-data/article/view/89>

- [2] Abdullah, Dahlan. 2015. *Jaringan Komputer, Data Link, Network & Issue*. Lhokseumawe.
- [3] Novrianda, R. (2018). Implementasi Metode Vlsn (Variable Length Subnet Mask) Pada Pemetaan Ip Address Lan (Local Area Network) Stiper Swrigama Palembang. *Computatio : Journal of Computer Science and Information Systems*, 2(2), 112. <https://doi.org/10.24912/computatio.v2i2.1703>
- [4] R. Mulyana and Ikhsan, “Pemanfaatan TCS2300 Dalam Media Pembelajaran Balita Pengenalan Warna Berbasis Arduino,” J. Process., vol. 12, no. 1, pp. 894–903, 2017
- [5] H. Ihsan, I. Ikhsan, and R. Asmara, “Smart Home Berbasis Internet Of Things dan Mobile Application pada Pustaka Galeri Mandiri Padang,” vol. 1, no. 1, pp. 6–10, 2023.
- [6] R. Nofrialdi and I. Ikhsan, “Rancang Bangun Monitoring dan Peringatan Dini Banjir Berbasis Internet Of Things (IoT) di Pusdaplops PB BPBD Sumatera Barat,” J. Pustaka Robot Sister ..., vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.pustakagalerimandiri.co.id/index.php/robotsterDOI:https://doi.org/10.55382/jurnalpustakarobotsister.v1i1.322>.
- [7] G. . Randi, I. Ikhsan, dan R. A. . Mahessya, “Perancangan dan Implementasi Sistem Diskless pada Laboratorium Komputer SMK Tamansiswa Padang”, Jurnal Pustaka Data, vol. 4, no. 2, hlm. 46–52, Des 2024.
- [8] I. Ikhsan, “IMPLEMENTASI ARDUINO DALAM RANCANG BANGUN ALAT UJI EMISI KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS ANDROID,” J. Ilmu Komput., vol. 6, no. 1, pp. 1–7, 2017, doi: 10.33060/JIK/2017/Vol6.Iss1.38.
- [9] Sopian, Adi, Khusnul Khoiriyah, Ilham Dwi, Putra Gonti, Perancangan Jaringan, Virtual Lan, Menggunakan Metode, Program Studi, Sistem Informasi, Fakultas Teknologi, and Swadharma Jakarta. 2022. “Perancangan Jaringan Virtual LAN Menggunakan Metode Protokol Peer-VLAN Spanning Tree PROTOKOL PEER-VLAN SPANNING TREE.” *Jurnal Electro Dan Informatika Swadharma(JEIS)* 02(1).
- [10] Jandri, Bobby, Herlina Harahap, and Fera Damayanti. 2022. “Pemanfaatan Distance Vector Eigrp Dengan Metode Variable- Length Subnet Mask (Vlsn) Pada Jaringan Man.”