

TUGAS AKHIR

STUDI PERBANDINGAN KINERJA RAID LEVEL 0, 1, DAN 5

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Informatika



Oleh :

Nama : Aulianita Rizka Fitri

NIM : 09523466

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2013

HALAMAN JUDUL

STUDI PERBANDINGAN KINERJA RAID LEVEL 0, 1, DAN 5

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Informatika



Oleh :

Nama : Aulianita Rizka Fitri

NIM : 09523466

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2013

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
STUDI PERBANDINGAN KINERJA RAID LEVEL 0, 1, DAN 5
TUGAS AKHIR



Oleh :
Nama : Aulianita Rizka Fitri
NIM : 09 523 466

Yogyakarta, 4 Juli 2013

Pembimbing

Ahmad M. Raf'ie Pratama, ST., MIT.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**STUDI PERBANDINGAN KINERJA RAID LEVEL 0, 1, DAN 5****TUGAS AKHIR**

Oleh :

Nama : Aulianita Rizka Fitri**NIM : 09523466**

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 4 Juli 2013**Tim Penguji****Ahmad M. Raf'ie Pratama, ST., MIT****Ketua****R. Teduh Dirgahayu, ST., M.Sc., Ph.D****Anggota 1****Ahmad Luthfi, S.Kom., M.Kom****Anggota 2**

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Universitas Islam Indonesia

(Yudi Prayudi, S.Si., M.Kom.)

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aulianita Rizka Fitri

NIM : 09 523 466

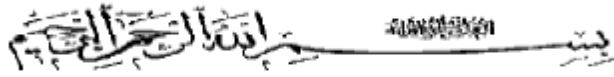
Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini yang bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensinya.

Demikian pernyataan ini dibuat, supaya dapat dipergunakan dengan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 4 Juli 2013

Aulianita Rizka Fitri

HALAMAN PERSEMBAHAN



Tugas akhir ini saya persembahkan untuk:

Allah S.W.T yang telah memberi rizki, rahmat, hidayat, dan anugerah serta kehidupan yang luarbiasa sampai masa sekarang ini.

Untuk mama dan papa, yang tak pernah habis doanya untukku, kasih sayang, materi dan segalanya yang tak akan pernah dapat ku balas, untuk motivasi luarbiasa yang menguatkan sampai sekarang, untuk segala disiplin dalam menghadapi kehidupan yang sangat baru kujalani. Tunggu aku membahagiakan kalian, kalian motivasiku berjuang sampai sekarang.

Untuk seseorang yang jauh namun sangat dekat, yang selalu memberi semangat kepadaku tanpa lelah, Rido widi S.Kom.

Keluarga, sahabat serta semua teman seperjuangan yang telah banyak mendukungku sehingga dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.

HALAMAN MOTTO

“Melaju dengan motivasi dan berkecukupan dengan rasa syukur”.

-- Aulianita Rizka Fitri --

“ If you see it in your mind, you will hold it in your hand.”

-- Bob Proctor --

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum, Wr. Wb.

Alhamdulillah, dengan mengucap syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan petunjuk serta melimpahkan berkah dan rahmat-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan judul “Studi Perbandingan Kinerja RAID level 0, 1, dan 5 “.

Tugas Akhir ini membahas pembangunan media penyimpanan jaringan yang didukung oleh teknologi manajemen *harddisk* RAID dan mengujinya dengan beberapa percobaan serta merangkumnya menjadi sebuah hasil pengujian dengan parameter *read time*, *write time*, dan *fault tolerance*.

Ucapan terimakasih kami ucapkan kepada segenap pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu serta memudahkan proses terselesaikannya Penelitian Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat serta memberikan balasan yang sebaik-baiknya untuk semua. Ucapan terima kasih saya tujukan kepada:

1. Allah SWT atas segala berkah dan rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
2. Keluarga tercinta, Bapak Syarifuddin, Ibu Hj. Dahritawati. Kakak Median Andrisya dan Adik Aska Imanda atas seluruh kasih sayang, limpahan doa serta dukungannya.
3. Yang saya hormati Bapak Ir. Gumbolo HS, M.SC selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Yudi Prayudi S.Si., M.Kom., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika FTI UII.

5. Bapak Ahmad M. Raf'ie Pratama, ST., MIT., selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu dan membimbing penulis sampai terselesaikannya penelitian ini. Terimakasih banyak.
6. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Indonesia yang dengan sabar mewariskan ilmunya kepada kami, serta memberikan motivasi dan semangat. Semoga ilmu yang telah diajarkan dapat menjadi amal.
7. Keluarga besar Laboratorium Sisjarkom FTI UII. Amien, Martin, Yos, Kikuk, Kalian is the best ! Terimakasih buat segala pelajaran yang sudah kalian ajarin sama aku. Nico, Andit, Timur, Abdul, Abay, Ami, Fitri, Farid, Rahman, Mughni, Aji, Terimakasih atas perhatian, semangat, bimbingan, koreksian dan kebersamaannya.
8. Keluarga besar Laboratorium Sisjarkom Angkatan 2007 dan 2008, atas doanya, bimbingannya serta koreksiannya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
9. Pria terkasih, Rido Widi S.Kom., terimakasih atas segala hal yang secara langsung maupun tidak langsung membantu terselesaikannya Penelitian Tugas Akhir ini, doa, perhatian, kasih sayang, bimbingan serta koreksiannya.
10. Teman-teman kelas F angkatan 2009 Informatika UII, sungguh teman-teman luar biasa. Sahabat-sahabat terkasih Dhea, Erna, Helmi, Pita, Icha, Tasya, semoga selalu terjaga dalam sebaik-baiknya persahabatan.
11. Teman-teman Statistika UII, Fifi dan mas Muhajir yang telah dengan sabar membantu tahapan dari penyelesaian tugas akhir ini.
12. Teman-teman angkatan 2009 Informatika UII.
13. Teman-teman kos Redtop, Mbade, Mbana, Mba Rosma, Rohma, yang selalu ada mendampingi saya sampai penelitian ini terselesaikan.
14. Kakak Uwii, Mima, Han, Aul, Pahe, Aak, Uda, Sukoi, Nunu dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu, terimakasih semangat, doa dan penghiburannya.

15. Adik Ical, fentin dan Tiara, terimakasih untuk semangat dan dukungannya selama ini.
16. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Kiranya tiada gading yang tak retak, maka saya pun tidak terlepas dari kesalahan. Saya berharap laporan ini dapat menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua untuk menambah wawasan dan pengetahuan, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 4 Juli 2013

Aulianita Rizka Fitri

SARI

Harddisk merupakan media penyimpanan yang paling umum digunakan pada sebuah perangkat komputer. Sebuah perangkat yang digunakan untuk menyimpan dan mengambil informasi digital dengan skala penyimpanan yang besar, *harddisk* pula pada umumnya memiliki kehandalan dalam penyimpanan dan pengambilan informasi padanya dengan lebih cepat dibanding media penyimpanan lainnya seperti *flashdisk*, disket, CD, DVD, dan lainnya.

Pada penelitian ini diterapkan sebuah manajemen media penyimpanan (*harddisk*) dengan menggunakan RAID (*Redundant Array of Inexpensive Disk*) yang bermaksud meningkatkan kinerja sebuah perangkat komputer. Peningkatan kinerja komputer dalam hal ini adalah kecepatan akses baca maupun tulis, serta keamanan data. Level RAID yang diimplementasikan adalah level 0, 1 dan 5 yang akan diuji dengan variasi *chunk size* dan dua buah *file size*. Parameter yang digunakan adalah *write* dan *read speed* serta *fault tolerance*.

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa adanya pengaruh level RAID terhadap kecepatan baca dan tulis yang digunakan dengan variasi *chunk size* dan *file size*.

Kata kunci : RAID, manajemen *harddisk*, Peforma RAID.

TAKARIR

<i>Write speed</i>	Kecepatan saat penulisan data.
<i>Read speed</i>	Kecepatan saat pembacaan data.
<i>Chunk size</i>	Jumlah data dalam satu kali operasi pembacaan dan penulisan data untuk setiap disk.
<i>File size</i>	Ukuran file.
<i>Fault tolerance</i>	Kemampuan dari suatu system untuk dapat tetap berfungsi meskipun mengalami kegagalan.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SARI	x
TAKARIR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Data center	7
2.2 Manajemen Penyimpanan Data.....	8
BAB III METODOLOGI	17
3.1 Analisis Masalah	17

3.2	Gambaran Umum Sistem	19
3.3	Analisis dan Persiapan Kebutuhan Sistem	21
3.3.1	Kebutuhan Perangkat Keras	21
3.3.2	Kebutuhan Perangkat Lunak	22
3.4	Pengambilan Data	23
3.5	Metode Analisis	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Implementasi Secara Umum	28
4.2	Pengujian Hasil dan Implementasi	33
4.3	Hasil Pengujian Analisis dan Pembahasan	34
4.3.1	Hasil Pengujian berdasarkan level RAID	34
4.3.2	Hasil Pengujian berdasarkan <i>Chunk size</i>	41
4.3.3	Hasil Pengujian berdasarkan Fault Tolerance	49
4.3.4	Hasil keseluruhan pengujian	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		xx

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penyusun Data Center	7
Gambar 2. 2 Manajemen <i>Harddisk</i>	9
Gambar 2. 3 RAID level 0 <i>Disk stripping</i>	10
Gambar 2. 4 RAID level 1 <i>Disk mirroring</i>	11
Gambar 2. 5 RAID level 2 <i>Disk mirroring</i> dengan Hamming Code	12
Gambar 2. 6 RAID level 3 <i>Disk Striping with dedicated parity disk</i>	13
Gambar 2. 7 <i>independent data disk with shared parity disk</i>	13
Gambar 2. 8 RAID level 6 <i>Disk stripping with Double Distributed Parity</i>	15
Gambar 2. 9 Kombinasi RAID level 0 dan 1	16
Gambar 3. 1 Model data center	18
Gambar 3. 2 Implementasi penelitian	19
Gambar 3. 3 Server dengan Teknologi RAID.....	20
Gambar 3. 4 Server dengan dua <i>interface</i>	21
Gambar 4. 1 Pembagian partisi dan penginisiasian <i>file system</i>	30
Gambar 4. 2 Partisi <i>Harddisk</i>	30
Gambar 4. 3 <i>Device</i> baru dari Array RAID	31
Gambar 4. 4 Pembuatan <i>file system</i>	32
Gambar 4. 5 <i>Mount Point</i>	32
Gambar 4. 6 Status aktif RAID	33
Gambar 4. 7 <i>Mounting Point</i>	33
Gambar 4. 8 Grafik perbandingan <i>write speed</i> pada <i>file size</i> 20MB dengan variasi <i>chunk size</i>	35
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan <i>read speed</i> pada <i>file size</i> 20MB dengan variasi <i>chunk size</i>	35
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan <i>write speed</i> pada <i>file size</i> 100MB dengan variasi <i>chunk size</i>	37
Gambar 4. 11 Grafik perbandingan <i>read speed</i> pada <i>file size</i> 100MB dengan variasi <i>chunk size</i>	38
Gambar 4. 12 Gambar perbandingan <i>write speed</i> pada <i>chunk size</i> 16384 KB	45

Gambar 4. 13 Gambar perbandingan <i>write speed</i> pada <i>chunk size</i> 8192 KB	45
Gambar 4. 14 Gambar perbandingan <i>write speed</i> pada <i>chunk size</i> 32 KB	46
Gambar 4. 15 Gambar perbandingan <i>write speed</i> pada <i>chunk size</i> 64 KB	47
Gambar 4. 16 Gambar perbandingan <i>read speed</i> pada <i>chunk size</i> 16384 KB	48
Gambar 4. 17 Isi masing-masing <i>device</i> RAID	49
Gambar 4. 18 <i>Device</i> RAID pada level 0.....	50
Gambar 4. 19 Proses <i>umount</i> RAID level 0	50
Gambar 4. 20 Proses memberhentikan RAID level 0	51
Gambar 4. 21 Proses melepas salah satu <i>disk</i> pada array RAID.....	51
Gambar 4. 22 Proses mengaktifkan kembali <i>device</i> RAID.....	52
Gambar 4. 23 <i>Device</i> RAID pada level 1.....	52
Gambar 4. 24 Proses <i>umount</i> RAID level 1	53
Gambar 4. 25 Proses memberhentikan RAID level 1	53
Gambar 4. 26 Proses melepas salah satu disk pada array RAID	53
Gambar 4. 27 Proses mengaktifkan kembali <i>device</i> RAID dan pengecekan data	54
Gambar 4. 28 <i>Device</i> RAID pada level 5.....	55
Gambar 4. 29 Proses <i>umount</i> RAID level 5	55
Gambar 4. 30 Proses memberhentikan RAID level 5	56
Gambar 4. 31 Proses melepas salah satu disk pada array RAID	56
Gambar 4. 32 Proses mengaktifkan kembali <i>device</i> RAID dan pengecekan data	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Ukuran Partisi <i>Harddisk</i>	29
Tabel 4. 2 Hasil rata-rata pengujian pada <i>file size</i> 20 MB dalam satuan MB/s	34
Tabel 4. 3 Hasil rata-rata pengujian pada <i>file size</i> 100 MB dalam satuan MB/s ..	36
Tabel 4. 4 <i>Two-Ways Anova</i> pada pengujian <i>file size</i> 20 MB berdasarkan <i>Write speed</i>	38
Tabel 4. 5 <i>Two-Ways Anova</i> pada pengujian <i>file size</i> 100 MB berdasarkan <i>Write speed</i>	39
Tabel 4. 6 <i>Two-Ways Anova</i> pada pengujian <i>file size</i> 20 MB berdasarkan <i>Read speed</i>	40
Tabel 4. 7 <i>Two-Ways Anova</i> pada pengujian <i>file size</i> 100 MB berdasarkan <i>Read speed</i>	40
Tabel 4. 8 <i>Chunk size</i> 4 KB.....	41
Tabel 4. 9 <i>Chunk size</i> 8 KB.....	42
Tabel 4. 10 <i>Chunk size</i> 16 KB.....	42
Tabel 4. 11 <i>Chunk size</i> 32 KB.....	42
Tabel 4. 12 <i>Chunk size</i> 64 KB.....	42
Tabel 4. 13 <i>Chunk size</i> 128 KB.....	43
Tabel 4. 14 <i>Chunk size</i> 256 KB.....	43
Tabel 4. 15 <i>Chunk size</i> 512 KB.....	43
Tabel 4. 16 <i>Chunk size</i> 1024 KB.....	43
Tabel 4. 17 <i>Chunk size</i> 2048 KB.....	44
Tabel 4. 18 <i>Chunk size</i> 4096 KB.....	44
Tabel 4. 19 <i>Chunk size</i> 8192 KB.....	44
Tabel 4. 20 <i>Chunk size</i> 16384 KB.....	44
Tabel 4. 21 <i>Independent T-test</i> parameter <i>write speed</i> pada <i>chunk size</i> 16384 KB	47
Tabel 4. 22 <i>Independent T-test</i> parameter <i>read speed</i> pada <i>chunk size</i> 16384 KB	48
Tabel 4. 23 Rekap hasil Pengujian <i>Fault Tolerance</i> pada masing-masing level RAID	57

Tabel 4. 24 Data literatur pengujian.....	57
Tabel 4. 25 Rekap hasil seluruh pengujian pada masing-masing level RAID.....	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan Teknologi informasi (TI) yang demikian pesat berbanding lurus dengan kebutuhan berbagai kalangan untuk mendapatkan informasi dengan mudah kapanpun dan dimanapun dibutuhkan. Informasi adalah data yang telah mengalami proses pengolahan yang akan digunakan untuk mendapatkan interpretasi tentang suatu fakta, pada umumnya sebuah informasi tersimpan dalam bentuk *file* atau arsip digital yang akan memungkinkan terjadinya kerusakan (*corrupt*) atau hilangnya data bila penyimpanannya tidak dikelola dengan baik.

Hal ini menjadi isu yang erat kaitannya dengan penggunaan media penyimpanan yang dulu bersifat mandiri (berdiri sendiri) pada sebuah komputer lokal, namun dengan perkembangannya media penyimpanan sekarang ini mampu diimplementasikan pada sebuah jaringan komputer. Sehingga ketersediaan serta akses informasi menjadi lebih reliable.

Dengan memanfaatkan infrastruktur jaringan komputer yang sudah ada di lingkup Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia ini menjawab permasalahan pada media penyimpanan data yang dulu ada. kini masalah tersebut telah terbantu dengan adanya media penyimpanan pada server terpusat. Hal ini mendukung pula pada salah satu kecenderungan pemanfaatan Teknologi Informasi, khususnya dalam hal optimalisasi media penyimpanan.

Salah satu teknologi dalam sistem penyimpanan adalah RAID. RAID, singkatan dari *Redundant Array of Independent Disks* merujuk kepada sebuah teknologi di dalam penyimpanan data komputer yang digunakan untuk mengimplementasikan fitur toleransi kesalahan (*fault tolerance*) pada media penyimpanan komputer (utamanya adalah *harddisk*) dengan sistem akses paralel dan redundansi (penumpukan) data yang ditambahkan untuk meningkatkan

reliabilitas, baik itu dengan menggunakan perangkat lunak, maupun unit perangkat keras.

Teknologi RAID memiliki beberapa level yang memiliki karakteristik dari tiap level yang diwakilinya. Tujuan utama dari RAID ini ialah membagi atau mereplikasi data ke dalam beberapa *harddisk* terpisah, sehingga di desain untuk meningkatkan keandalan data dan atau meningkatkan kinerja input/ouput dari *harddisk*.

Penelitian ini mengimplementasikan RAID level 0, 1, dan 5, hal ini dikarenakan pemenuhan kebutuhan dari segi *hardware*, dalam hal ini yaitu *harddisk*. Kemudian parameter pengujian yang diteliti adalah dari segi peforma yaitu meliputi peforma akses data, dan kemampuan *harddisk* dalam menangani error. Saat penerapan teknologi RAID, peforma akses data dalam penulisan data dipengaruhi oleh *chunk size*, dan *file size* yang digunakan. *Chunk size* merupakan jumlah data dalam satu kali operasi penulisan data untuk setiap *disk*, sehingga saat pemecahaan data kedalam ukuran *chunk size* akan menghabiskan waktu tersendiri yang bila *file size* (ukuran file) semakin besar, maka semakin lama pula akses datanya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada bagian latar belakang masalah terlihat bahwa masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana perbandingan kinerja *read* dan *write speed* pada tiap level RAID dengan *chunk size* yang bervariasi.
- b. Bagaimana perbandingan kinerja *read* dan *write speed* terhadap *file size* pada tiap level RAID dengan *chunk size* yang bervariasi.
- c. Bagaimana tiap level RAID dapat me-resolve *disk failure* sehingga data tetap dapat diakses.
- d. Bagaimana menguji data yang diambil sehingga data tersebut mendukung data yang dipaparkan pada diagram dan grafik.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Menciptakan sebuah media penyimpanan dengan manajemen teknologi RAID.
- b. Mengetahui *speed performance* dari masing-masing level RAID dengan variasi *chunk size* dan *file size* yang berbeda dengan parameter *write speed* dan *read speed*.
- c. Mengetahui kemampuan dari masing-masing level RAID dalam *me-resolve disk failure* atau kegagalan salah satu *disk array member* RAID.
- d. Mendapatkan data yang valid berdasarkan hasil uji statistik.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian Tugas akhir ini memiliki beberapa batasan dalam pengimplementasiannya, diantaranya adalah :

- a. Tiga buah *harddisk* akan digunakan dalam penerapan manajemen *harddisk* RAID.
- b. Level RAID yang dibangun adalah level 0, 1 dan level 5. Pemilihan level RAID ini disesuaikan pemenuhan terhadap kebutuhan *hardware*, dalam hal ini adalah *harddisk*.
- c. Melakukan analisis performa level RAID. Dengan melakukan perbandingan berdasarkan kemampuan membaca (*read*) dan menulis (*write*) yang telah termanajemen dengan teknologi RAID dengan variasi *chunk size*, dan *file size* yang berbeda.
- d. Melakukan percobaan terhadap *harddisk* yang termanajemen teknologi RAID dalam kemampuan mentoleransi jika terjadi adanya kesalahan terhadap salah satu *Array member* RAID.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui penerapan *harddisk* yang termanajemen teknologi RAID.
- b. Diperolehnya hasil analisis untuk membantu pengguna menentukan level RAID mana yang sesuai untuk digunakan, terkait kebutuhan pengguna dalam hal penulisan data dan pembacaan data ke sebuah media penyimpanan.
- c. Diperolehnya hasil analisis untuk membantu pengguna menentukan level RAID mana yang sesuai bagi kebutuhan pengguna terkait dalam *backup* dan redudansi data pada *harddisk*.

1.6 Metodologi Penelitian

Metode penelitian memiliki fungsi sebagai suatu tahapan atau strategi yang akan dijalankan dalam penelitian. Dalam penelitian tugas akhir ini metodologi yang digunakan terbagi menjadi dua tahap, yaitu:

1.6.1 Studi Pustaka

Studi pustaka ini digunakan untuk memperoleh teori-teori yang menjadi landasan dalam pelaksanaan terkait penelitian maupun teori-teori pendukung yang dapat digabungkan dalam pengerjaannya secara riil, sehingga tercipta kesinambungan antara teori dan praktek yang bersumber dari buku-buku ilmiah, catatan perkuliahan dan internet. Judul penelitian ini belum ada diteliti dalam lingkup Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, sehingga dengan adanya studi pustaka akan dapat metode yang sesuai untuk penelitian ini.

1.6.2 Implementasi dan Konfigurasi Sistem

Analisis perbandingan performa teknologi RAID ini disusun berdasarkan hasil perolehan dari studi pustaka yang meliputi :

- a. Analisis dan pendefenisian. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kondisi yang ada, definisi serta cakupan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan,

permasalahan yang akan muncul, kondisi infrastruktur jaringan dan peralatan TI, sumber data, serta potensi sumber daya manusia yang tersedia pada masing-masing sumber data.

- b. Perencanaan dan Desain. Setelah tahapan analisis dan pendefinisian selesai, dilakukan tahapan selanjutnya yaitu perencanaan pembangunan infrastruktur dengan memperhatikan hasil yang diperoleh pada tahap analisis, baik mengenai potensi infrastruktur peralatan TI maupun jaringan pendukung sistem serta sumber daya yang terlibat di dalamnya. Tahapan desain sistem merupakan tahapan dimana akan dilakukan desain sistem secara konseptual dan logis yang terstruktur, konfigurasi fisik perangkat keras maupun lunak.
- c. Implementasi dan pengumpulan data. Desain yang telah dibuat kemudian diimplementasikan, dimulai dari penyusunan rencana secara detail, pengadaan peralatan yang kurang, persiapan pusat data, implementasi sistem serta proses mengumpulkan data untuk dianalisis.
- d. Analisis Data. Tahapan ini dilaksanakan setelah sistem mulai diuji coba. Pada tahapan ini dilakukan pula evaluasi terhadap sistem, dan penentuan statistik yang digunakan untuk menganalisis, menentukan jenis pengujian, dan menentukan hipotesis.
- e. Pengambilan Keputusan. Tahap ini merupakan tahap dimana seluruh data analisis dikumpulkan, kemudian dari hasil analisis tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa level RAID mana yang memiliki performa optimal yang diambil dari beberapa parameter.

1.7 Sistematika Penulisan

Pembuatan laporan penelitian ini mempunyai struktur dan kerangka penulisan yang dijelaskan seperti dibawah ini:

BAB I Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian serta manfaat dari penelitian dan metodologi penelitian yang

diangkat menjadi materi penulisan laporan tugas akhir Studi komparasi tingkat pemilihan level RAID.

BAB II Landasan Teori

Membahas dasar-dasar teori yang digunakan dalam perancangan dan pembangunan sebuah Storage Area Network dengan dukungan RAID.

BAB III Metodologi

Memuat uraian tentang analisis masalah, gambaran umum sistem, analisis kebutuhan sistem yang mencakup kebutuhan perangkat keras, perangkat jaringan, dan perangkat lunak yang digunakan untuk membantu penyelesaian tugas akhir.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Memuat dokumentasi mulai dari tahap instalasi, konfigurasi dan pengujian terhadap aplikasi, yaitu dengan uji kecepatan akses *harddisk* yang termanajemen teknologi RAID.

BAB V Penutup

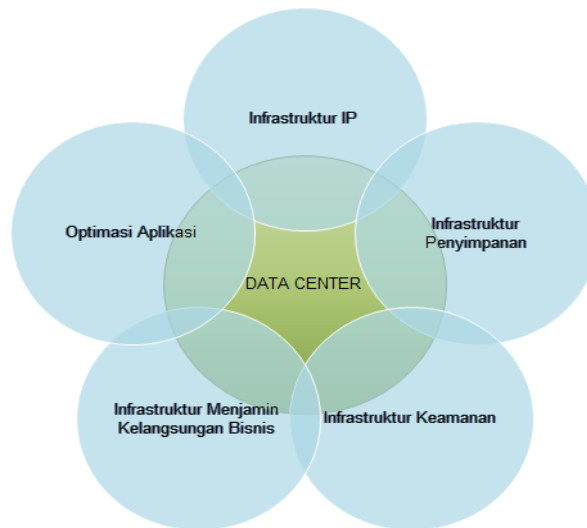
Memuat kesimpulan-kesimpulan dari seluruh rangkaian proses implementasi perangkat lunak, baik pada tahap analisis, perancangan, implementasi, terutama pada analisis kinerja aplikasi. Bab ini juga membahas saran yang dapat digunakan oleh pihak yang berkepentingan maupun untuk peneliti terhadap kekurangan serta keterbatasan dalam penelitian ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Data center

Berawal dari penelitian sebelumnya yang berjudul Model pembangunan Data Center FTI UII menggunakan teknologi SAN, RAID, Active Directory dan FTP, hasil penelitian dari mahasiswa Informatika UII 2008 yang bernama Rido Widi. Peneliti menyimpulkan bahwa secara umum komponen-komponen penyusun data center adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Penyusun Data Center

Gambar 2.1 menunjukkan komponen penyusun data center, server yang telah dibangun di FTI UII sudah memanfaatkan keseluruhan komponen data center sesuai dengan kebutuhannya. Dengan dibangunnya penelitian model data center dengan Teknologi SAN, RAID, Active Directory dan FTP telah fokus mengoptimalkan dari komponen optimasi aplikasi dan infrastruktur penyimpanan yang ikut andil dalam mendukung kelangsungan bisnis dan keamanan pula.

Dari komponen optimasi aplikasi didukung oleh keberadaan servis FTP yang terintegrasi dengan SAN, dari komponen infrastruktur keamanan telah dioptimasi

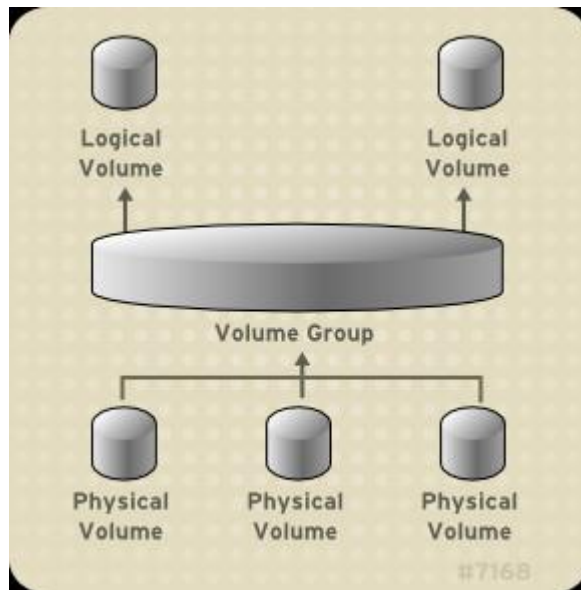
dengan menerapkan teknologi kontrol terpusat yaitu active directory. Sedangkan dari segi infrastruktur penyimpanan menggunakan teknologi SAN yang disusun oleh *disk* yang termanajemen oleh RAID.

Peneliti menemukan beberapa hal yang dapat digali lebih dalam dari komponen infrastruktur penyimpanan, penggunaan manajemen harddisk dengan metode RAID dapat mempengaruhi kelangsungan akses data yang baik. Maka peneliti akan melakukan studi komparasi pemilihan level RAID yang mempunyai performa paling optimal untuk digunakan sesuai kebutuhannya.

2.2 Manajemen Penyimpanan Data

Manajemen penyimpanan data berkaitan erat dengan sumber daya informasi, maka diperlukan sebuah teknologi yang dapat memajemen dan mengatasi kesalahan akses. Dari segi media penyimpanan, teknologi yang dapat mengatasi permasalahan yang telah dijabarkan adalah teknologi RAID. RAID merupakan singkatan dari *Redundant Array of Inexpensive (Independent) Disks* merujuk kepada sebuah teknologi di dalam penyimpanan data komputer yang digunakan untuk mengimplementasikan fitur toleransi kesalahan (*fault tolerance*) pada media penyimpanan komputer (utamanya adalah *harddisk*) dengan sistem akses paralel dan redundansi (penumpukan) data yang ditambahkan untuk meningkatkan reliabilitas, baik itu dengan menggunakan perangkat lunak, maupun unit perangkat keras.

RAID didesain untuk keandalan data dan/atau meningkatkan kinerja I/O dari *harddisk*.



Gambar 2. 2 Manajemen *Harddisk*

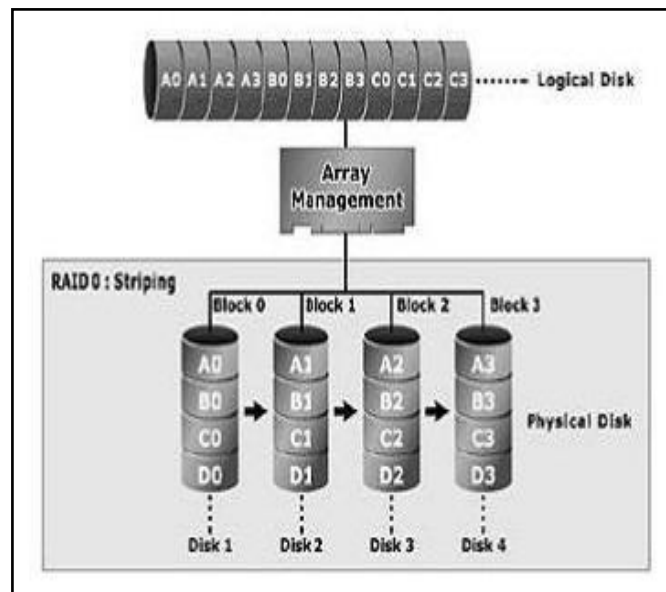
RAID memanajemen *harddisk* dengan pola penulisan data yang dibedakan kedalam beberapa level atau tingkatan:

2.2.1 RAID level 0

RAID level 0 sering disebut dengan model stripping, level ini membutuhkan minimal 2 buah *harddisk*, bekerja dengan menggabungkan kapasitas penyimpanan beberapa *harddisk* sehingga terlihat menjadi sebuah *harddisk* (secara logikal) dengan kapasitas yang besar. (Jumlah kapasitas keseluruhan *harddisk*).

Penulisan data pada level ini dilakukan dengan membagi data dalam bentuk *stripes* atau *fragments* yang membuat data tersebut di-split pada beberapa *harddisk* yang menyebabkan throughput data yang lebih tinggi dan peforma yang sangat baik, ini disebabkan karena informasi redudansi data tidak di rekam dan juga dikarenakan saat komputer membaca *stripes* atau *fragments* di sebuah *harddisk* maka komputer juga dapat membaca di *harddisk* lainnya.

Namun jika terjadi kerusakan pada sebuah *harddisk* secara fisik, maka data akan langsung hilang atau tidak dapat di akses lagi.

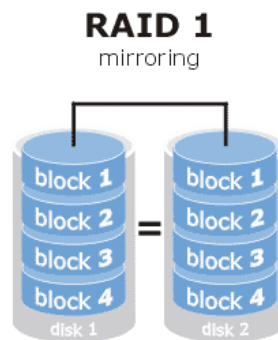


Gambar 2. 3 RAID level 0 *Disk striping*

2.2.2 RAID level 1

RAID level 1 meredudansi dengan model *mirroring* tanpa *stripes* atau *fragments*. Cara ini dapat memberikan performa yang baik saat pembacaan data dan lebih lambat saat menulis daripada penulisan kesebuah *harddisk* biasa.

Level ini memiliki kemampuan fault tolerant kerana memiliki kehandalan (reliabilitas) yang baik karena memiliki *back up* untuk tiap *disk* dan perbaikan *disk* yang rusak dapat dengan cepat dilakukan karena ada *mirrornya*. Kekurangan dari level ini adalah dari segi biaya karena dibutuhkan kapasitas dua kalinya untuk backup.

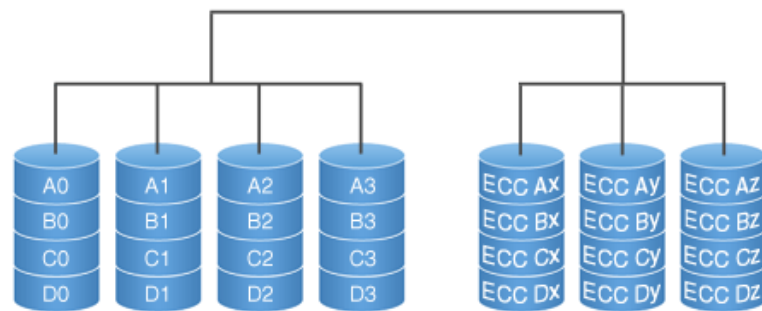


Gambar 2. 4 RAID level 1 *Disk mirroring*

2.2.3 RAID level 2

RAID level 2 menggunakan kode koreksi kesalahan Hamming Code, hal ini dimaksudkan untuk digunakan di *harddisk* yang tidak memiliki kemampuan pendeteksian kesalahan. Kebanyakan *harddisk* IDE terutama yang lama tidak mempunyai kemampuan tersebut.

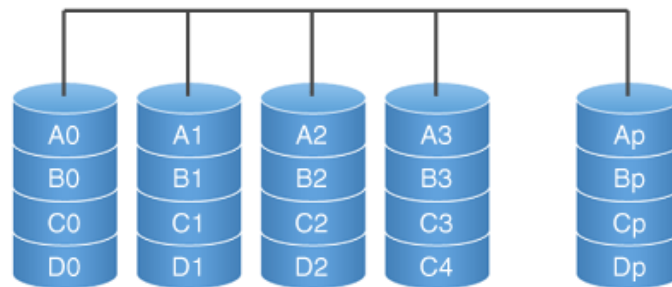
Seperti pada *memory* dimana pendeteksian mengalami *error* menggunakan paritas bit. Sebagai contoh, misalnya misalnya setiap *byte* data, memiliki paritas bit yang bersesuaian yang mempresentasikan jumlah bit "1" didalam *byte* data tersebut dimana paritas bit = 0 jika bit genap atau paritas bit = 1 jika bit ganjil. Jadi, jika salah satu bit pada salah satu data berubah dan tidak sesuai dengan paritas bit yang tersimpan. Dengan demikian, apabila terjadi kegagalan pada salah satu *disk*, data dapat dibentuk kembali dengan membaca *error correction* bit pada *disk* lain. Kelebihannya antara lain kehandalan yang bagus karena dapat membentuk kembali data yang rusak dengan ECC tadi, dan jumlah bit redundancy yang diperlukan lebih sedikit jika dibandingkan dengan level 1 (*mirroring*). Kelemahannya antara lain perlu adanya perhitungan paritas bit, sehingga menulis atau perubahan data memerlukan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan yang tanpa menggunakan paritas bit, level ini memerlukan *disk* khusus untuk penerapannya yang harganya cukup mahal.



Gambar 2. 5 RAID level 2 *Disk mirroring* dengan Hamming Code

2.2.4 RAID level 3

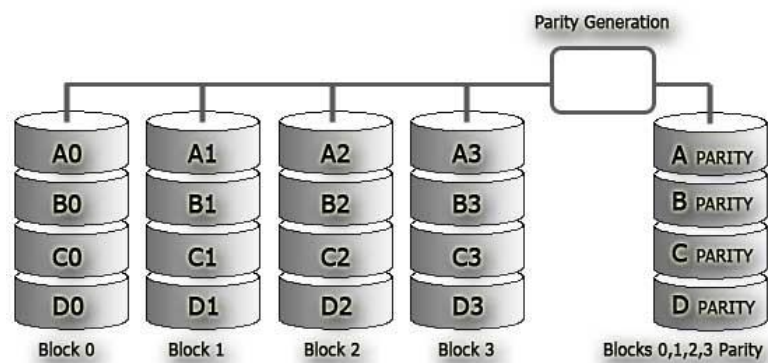
Merupakan pengorganisasian dengan paritas bit yang interleaved. Pengorganisasian ini hampir sama dengan kinerja RAID level 2, perbedaannya adalah pada level 3 ini hanya dibutuhkan sebuah *disk* redudan, berapapun jumlah kumpulan *disk*nya, hal ini dapat dilakukan karena *disk controller* dapat memeriksa apakah sebuah sector itu dibaca/diakses dengan benar atau tidak (mengalami kerusakan atau tidak). Jadi tidak menggunakan metode *error correction* (ECC), melainkan hanya membutuhkan sebuah bit paritas untuk sekumpulan bit yang mempunyai sekumpulan bit yang didalamnya memiliki posisi yang sama pada setiap *disk* yang berisi data. Selain itu juga menggunakan data striping atau fragments dan mengakses *disk-disk* secara parallel. Kelebihannya antara lain kehandalan (reabilitas) bagus, akses data lebih cepat karena pembacaan tiap bit dilakukan pada beberapa *disk* (paralel), hanya butuh 1 *disk* redudan yang tentunya lebih menguntungkan dengan level 1 dan 2. kelemahannya antara lain perlu adanya perhitungan dan penulisan parity bit akibatnya performannya lebih rendah dibandingkan yang menggunakan paritas.



Gambar 2. 6 RAID level 3 *Disk Striping with dedicated parity disk*

2.2.5 RAID level 4

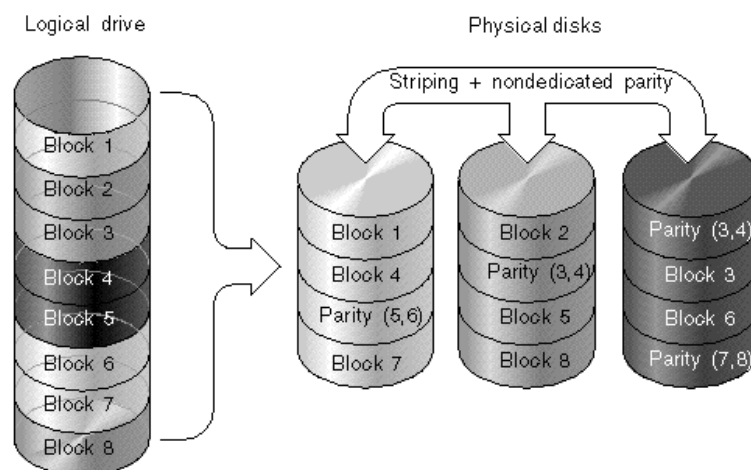
RAID level 4 membutuhkan minimal 3 *disk* yang terdiri dari *disk independent* dengan paritas untuk melindungi data. Level ini bekerja di *stripes* data pada level block untuk beberapa *harddisk*, dengan parity disimpan pada satu *harddisk* terpisah. Informasi parity memungkinkan untuk mendapatkan kembali data bila terjadi kerusakan pada sebuah *harddisk* atau kegagalan akses. Peforma RAID level 4 sangat baik, hampir sama dengan RAID level 0. Untuk setiap kali penulisan akan membutuhkan update data parity, proses ini akan menurunkan peforma proses penulisan yang random, tapi untuk penulisan data yang besar atau penulisan data yang berurut (*sequensial*) dapat dilakukan dengan cukup cepat. Hal ini dikarenakan hanya satu *harddisk* dalam kumpulan *harddisk* yang digunakan untuk menyimpan data.



Gambar 2. 7 *independent data disk with shared parity disk*

2.2.6 RAID level 5

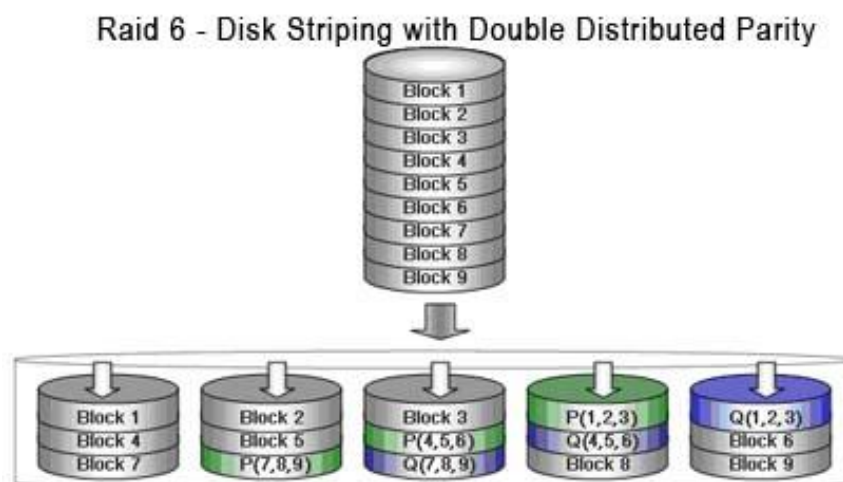
RAID level 5 membutuhkan minimal 3 buah *harddisk* saat pengimplementasiannya. Level ini merupakan pengorganisasian dengan paritas blok *interleaved* terbesar. Data dan paritas disebar pada semua *disk* termasuk sebuah *disk* tambahan. Pada setiap blok, salah satu dari *disk* menyimpan paritas dan *disk* yang lainnya menyimpan data. Sebagai contoh, jika terdapat kumpulan dari 5 *disk*, paritas blok ke n akan disimpan pada *disk* $(n \bmod 5) + 1$, blok ke n dari 4 *disk* yang lain menyimpan data yang sebenarnya dari blok tersebut. Sebuah paritas blok tidak disimpan pada *disk* yang sama dengan blok-blok data yang bersangkutan, karena kegagalan *disk* tersebut akan menyebabkan data hilang bersama dengan paritasnya dan data tersebut tidak dapat diperbaiki. Kelebihannya antara lain seperti pada level 4 ditambah lagi dengan penebaran paritas seperti ini dapat menghindari penggunaan berlebihan dari sebuah paritas bit seperti pada RAID level 4. kelemahannya antara lain perlunya mekanisme tambahan untuk penghitungan lokasi dari paritas sehingga akan mempengaruhi kecepatan dalam pembacaan blok maupun penulisannya.



Gambar 2.8 RAID level 5 *independent data disk with distributed parity disk*

2.2.7 RAID level 6

Disebut juga redudansi P+Q, seperti RAID level 5, tetapi menyimpan informasi redudan tambahan untuk mengantisipasi kegagalan dari beberapa *disk* sekaligus. RAID level 6 melakukan dua perhitungan paritas yang berbeda, kemudian disimpan di dalam blok-blok yang terpisah pada *disk-disk* yang berbeda. Jadi. Jika *disk* data yang digunakan sebanyak n buah *disk*, maka jumlah *disk* yang dibutuhkan pada RAID level 6 ini adalah $n+2$ *disk*. Keuntungan dari RAID level 6 ini adalah kehandalan data yang sangat tinggi, karena untuk menyebabkan data hilang, kegagalan harus terjadi pada tiga buah *disk* dalam interval rata-rata data *mean time to repair* (MTTR). Kerugiannya yaitu penalti waktu pada saat penulisan data, karena setiap penulisan yang dilakukan akan mempengaruhi dua buah paritas blok.

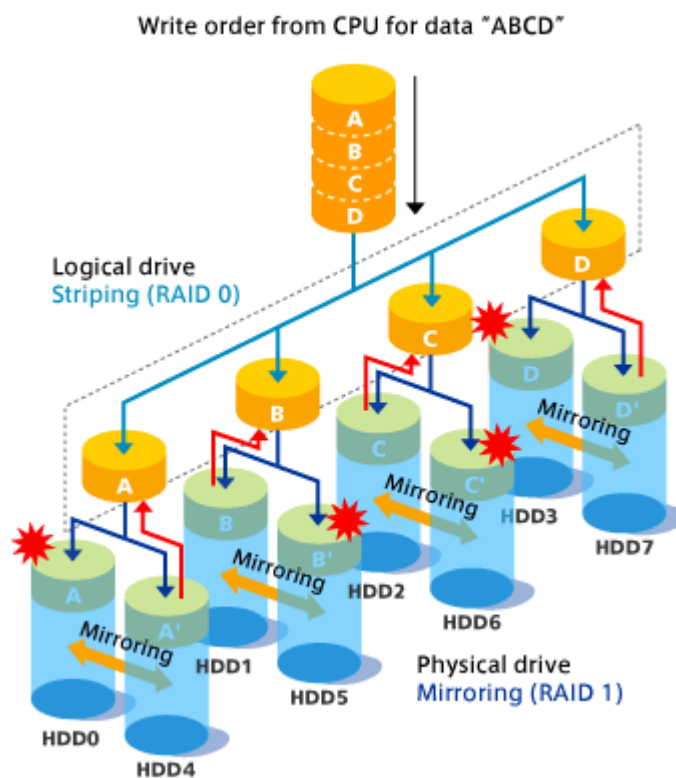


Gambar 2. 8 RAID level 6 *Disk striping with Double Distributed Parity*

2.2.8 RAID level 0 + 1 dan 1 + 0

Ini merupakan kombinasi dari RAID level 0 dan RAID level 1. RAID level 0 memiliki kinerja yang baik., sedangkan RAID level 1 memiliki kehandalan. Namun, dalam kenyataannya kedua hal ini sama pentingnya. Dalam RAID 0+1, sekumpulan disk di strip, kemudian strip tersebut di-mirror ke disk-disk yang lain,

menghasilkan strip-strip data yang sama. Kombinasi lainnya adalah RAID 1+0, dimana disk-disk mirror secara berpasangan, dan kemudian hasil pasangan mirror-nya di-strip. RAID 1+0 ini mempunyai keuntungan lebih dibandingkan dengan RAID 0+1. sebagai contoh, jika sebuah disk gagal pada RAID 0+1, seluruh disknya tidak dapat di akses, sedangkan pada RAID 1+0, disk yang gagal tersebut tidak dapat diakses tetapi pasangan stripnya yang lain masih bisa, dan pasangan mirror-nya masih dapat diakses untuk menggantikannya sehingga disk-disk lain selain yang rusak masih bisa digunakan.



Gambar 2. 9 Kombinasi RAID level 0 dan 1

BAB III

METODOLOGI

3.1 Analisis Masalah

Data adalah komponen dasar dari informasi yang akan diolah untuk mendapatkan informasi itu sendiri. Data juga merupakan hasil informasi yang direkam dalam bentuk *file text*, audio maupun video. Ini erat kaitannya dengan penyimpanan data, media penyimpanan data yang umum pada saat ini adalah berupa DVD, *Harddisk* maupun *Removable disk*.

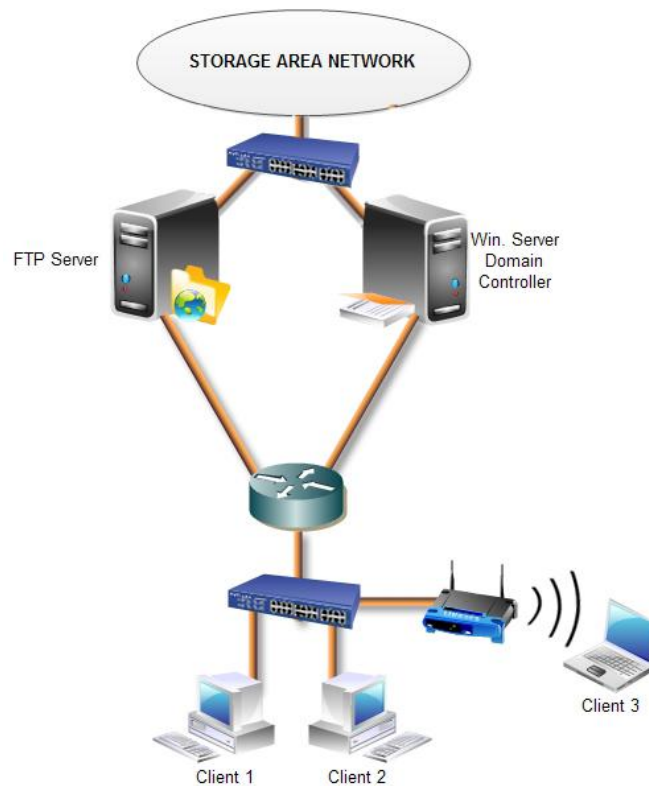
Standalone storage merupakan cara penyimpanan data yang mandiri berdiri sendiri tidak terhubung ke jaringan manapun. Hal ini menghambat proses *user* mendapatkan kebutuhan data karena untuk mendapatkan data, *user* tersebut harus *login* pada komputer kepemilikannya itu sendiri. Namun mengikuti perkembangan media penyimpanan sekarang ini mampu diimplementasikan pada sebuah jaringan komputer. Sehingga ketersediaan serta akses informasi menjadi lebih reliable.

Masa sekarang, pemakaian infrastruktur jaringan sudah demikian pesat perkembangannya. Infrastruktur LAN (*Local Area Network*) dan WAN (*Wide Area Network*) sudah sangat umum ditemui diberbagai lingkungan kerja.

Kemajuan Infrastruktur jaringan ini mendukung pula kemajuan pada bidang proses penyimpanan data. Dengan alasan memudahkan akses dan keamanan data, maka proses penyimpanan data yang dulunya *standalone* sekarang beralih menjadi penyimpanan data di jaringan. Menyimpan data pada server di jaringan, kebutuhan pengguna terhadap akses data dapat terpenuhi asalkan pengguna tersebut dapat terhubung ke jaringan server itu.

Namun pada kenyataannya infrastruktur yang sudah ada pada sebuah lingkup institusi maupun lingkungan kerja belum mampu memaksimalkan fungsionalitas teknologi yang dapat diterapkan didalamnya. Seperti halnya di lingkungan akademik Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia, dengan telah dibangunnya penelitian terdahulu yaitu model data center dengan Teknologi SAN, RAID, Active Directory dan FTP telah fokus mengoptimalkan dari komponen optimasi aplikasi dan infrastruktur penyimpanan yang ikut andil dalam

mendukung kelangsungan bisnis dan keamanan pula. Model data center tersebut dapat dilihat dari gambar dibawah ini.



Gambar 3. 1 Model data center

Dari Gambar 3. 1 terlihat bahwa komponen optimasi aplikasi didukung oleh keberadaan servis FTP yang terintegrasi dengan SAN, dari komponen infrastruktur keamanan telah dioptimasi dengan menerapkan teknologi kontrol terpusat yaitu active directory. Sedangkan dari segi infrastruktur penyimpanan menggunakan teknologi SAN yang disusun oleh *disk* yang termanajemen oleh RAID.

Dari penelitian terdahulu tersebut, peneliti menemukan beberapa hal yang dapat digali lebih dalam dari komponen infrastruktur penyimpanan, penggunaan manajemen *harddisk* dengan metode RAID dapat mempengaruhi kelangsungan akses data yang baik. Maka peneliti akan melakukan studi perbandingan kinerja

RAID level 0, 1, dan 5 yang mempunyai performa paling optimal untuk digunakan.

3.2 Gambaran Umum Sistem

Secara umum, implementasi penelitian dapat dilihat dari gambar di bawah ini.

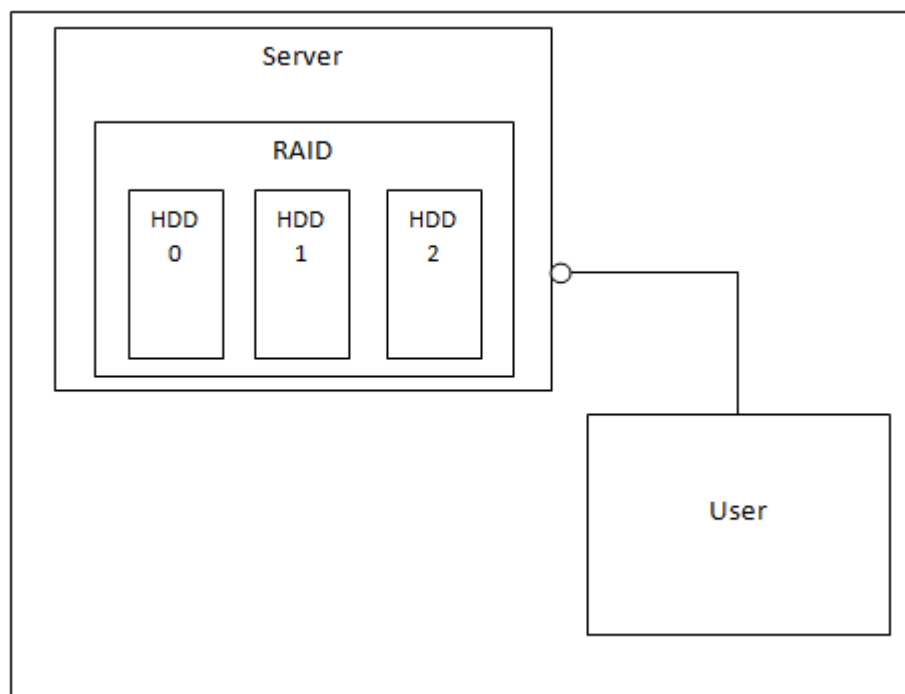


Gambar 3. 2 Implementasi penelitian

Menurut gambar 3.2 diatas, ada tiga buah *harddisk* yang masing-masing berkapasitas 500GB di implementasikan dengan teknologi manajemen penyimpanan data yaitu RAID (*Redundant Array of Independent Disk*) yang terhubung ke jaringan FTI UII guna mengambil data analisis.

Sebuah komputer yang dibangun menjadi media penyimpanan yang terhubung ke jaringan dengan media penyimpanannya terintegrasi dengan teknologi RAID (*Redundant of Independent Disk*). Hal bermaksud menjadikan sebuah komputer server menjadi media penyimpanan yang sudah diimplementasikan dengan

teknologi RAID sehingga dapat diuji kecepatan peforma akses penulisan dan pembacaan datanya. Teknologi RAID dapat di gambarkan dengan bagan dibawah ini.



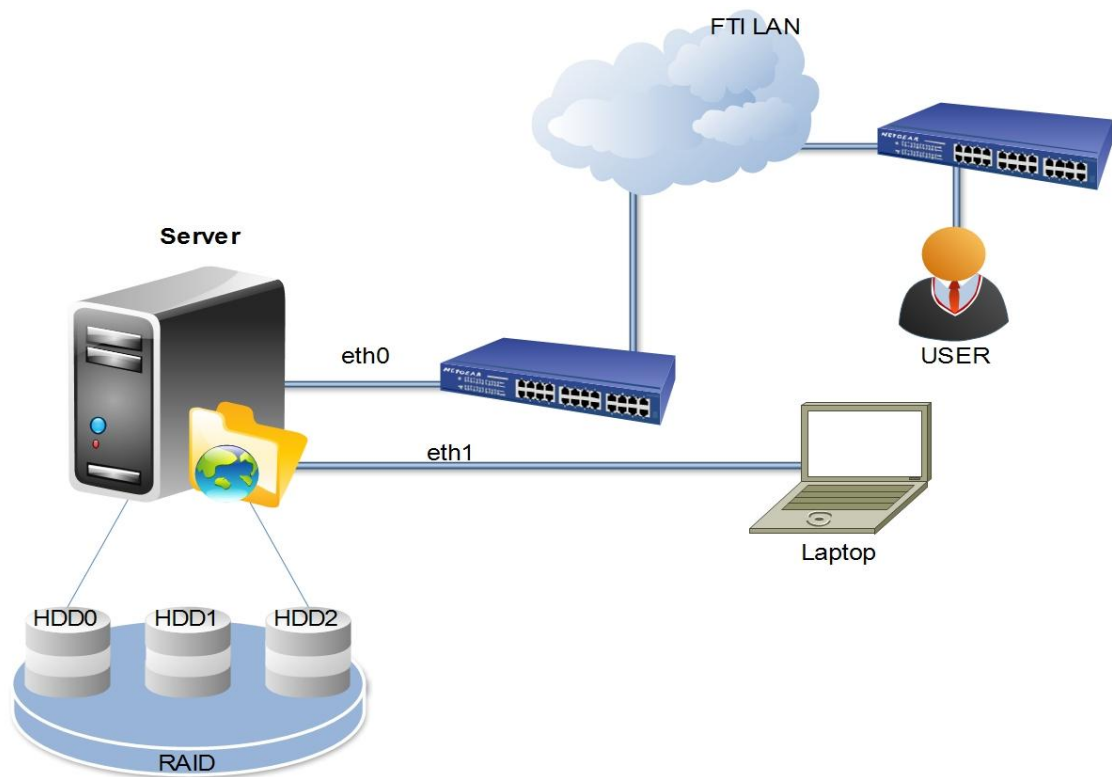
Gambar 3. 3 Server dengan Teknologi RAID

Sebuah PC server dengan 3 buah *harddisk* yang akan di implementasikan dengan teknologi manajemen *harddisk* yaitu RAID, lalu secara langsung akan diintegrasikan dengan protokol Ssh untuk memudahkan penguji memperoleh data analisis. Dengan telah dibangunnya server ini, maka akan dilakukan pengujian kecepatan serta kehandalan akses data dari server tersebut.

Komputer server memiliki 2 buah NIC (*Network Interface Card*) yang berfungsi sebagai berikut.

- a. Eth0 merupakan inteface yang terhubung ke jaringan FTI UII yang nantinya digunakan sebagai jalur akses pengguna. Alamat IP *interface* ini di atur static sesuai dengan IP address yang dikenali oleh router FTI.

- b. Eth1 merupakan *interface* yang terhubung ke komputer manajemen, yaitu komputer personal peneliti untuk pengaturan komputer server tersebut. Skemanya dapat dilihat dari gambar dibawah ini.



Gambar 3. 4 Server dengan dua *interface*

Untuk dapat melakukan akses ke dalam komputer server, pengguna cukup dengan hanya terhubung dengan jaringan secara *wire* (kabel) maupun *wireless* (tanpa kabel). Hal ini dikarenakan server sudah terintegrasi dengan jaringan pusat.

3.3 Analisis dan Persiapan Kebutuhan Sistem

3.3.1 Kebutuhan Perangkat Keras

Berdasarkan gambar 3.2 gambaran umum sistem, telah jelas terlihat bahwa perangkat-perangkat keras yang dibutuhkan untuk menunjang implementasi dari semua fitur yang ada pada sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Komputer Server

Komputer ini merupakan komputer yang digunakan sebagai media penyimpanan data pada jaringan yang diimplemtasi dengan teknologi RAID. Kebutuhan minimal untuk membangun server dengan sistem operasi Red Hat Enterprise Linux adalah sebagai berikut:

- Processor 32 bit dengan performa 1 GHz
- RAM 512 MB
- Ruang *harddisk* untuk SWAP area 512 MB
- 1 GB ruang *harddisk* kosong untuk instalasi OS Red Hat Enterprise Linux.
- 100 MB Ethernet *network interface* sejumlah dua buah
- 3 buah *harddisk* SATA Seagate ST3500320AS 7200 rpm 500 GB.

2. Komputer sebagai *Client*

Komputer yang digunakan untuk mengkonfigurasi sistem dan pengujian sistem, spesifikasi minimal untuk komputer ini adalah sebagai berikut:

- Processor dengan peforma 1 GHz
- RAM 512 MB
- *Harddisk* berkapasitas 5 GB
- *Network Inteface Card* 1 buah

3.3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Untuk menunjang fungsionalitas sistem dan kerja perangkat keras yang dibangun diperlukan beberapa perangkat lunak yang harus diinstal dan dikonfigurasi seperti:

1. RHEL 6.4

Sistem operasi *open source* kelas enterprise dengan fleksibilitas, efisiensi, dan kontrol. Red Hat Enterprise Linux adalah solusi di berbagai arsitektur *hardware* hypervisors, dan *cloud*.

2. WinSCP

WinSCP adalah aplikasi *open source* yang berfungsi sebagai SFTP dan FTP *client* untuk Windows. SCP protokol juga telah didukung oleh aplikasi ini. Fungsi utamanya adalah menyalin file/transfer file antara komputer lokal dan *remote* secara aman.

3. mdadm

mdadm merupakan perangkat yang digunakan untuk memanipulasi SoftRaid pada GNU/Linux.

4. Iozone

Iozone adalah sebuah alat untuk benchmark file sistem yang menghasilkan dan mengukur berbagai operasi file. Hasil yang akan ditampilkan dari iozone ini berupa *read speed* dan *write speed*.

5. IBM SPSS Statistic 20

Merupakan alat yang memberikan solusi kemudahan dalam pengujian statistik data.

3.4 Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan pada sisi server. Data diambil berdasarkan parameter kemampuan *read* (baca) serta *write* (tuliskan) pada *harddisk* yang termanajemen teknologi RAID dan yang tidak. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *tools benchmarking*, percobaan dilakukan dengan ukuran alokasi data yang beragam yaitu *chunk size* 4 Kbytes – 16 Mbytes dan di akses oleh satu orang *user*.

Chunk size mendefinisikan ukuran terkecil dari jumlah data yang akan dituliskan pada setiap operasi penulisan terhadap masing-masing disk. Skenario pengambilan data adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Parameter pengujian

Skenario	Parameter	Variabel
Pengambilan data (<i>read/write speed</i>) dengan <i>chunk size</i> yang bervariasi yaitu 4 Kbytes - 16 MBytes	<i>read/write</i>	<i>Speed Performance</i>
Pengaksesan data pada MD <i>device</i> RAID yang dimatikan.	Data dapat diakses atau tidak.	<i>Fault Tolerance</i>

Urutan proses pengambilan data untuk penelitian ini adalah dengan mempersiapkan kedua skenario diatas pada komputer server, kemudian alat test akan dijalankan. Setelah alat test dijalankan, komputer *client* akan mengambil data hasil pengujian dari komputer server yang berupa peforma baca/tulis (*read/write*) time dari tiap level RAID. Peforma baca/tulis (*read/write*) tersebut ada beberapa jenis yaitu *Read, Write, Re-read, Re-write, Random Read, Random Write, Backward Read, Record Re-Write, Stride Read, Fread, Fwrite, Freread, Frewrite*. Dan dengan *Record length* (*reclen/chunk size*) yang bervariasi pula. Pengambilan data untuk skenario 1 dilakukan sebanyak 5 kali lalu diambil rata-ratanya untuk disimpan untuk selanjutnya digunakan sebagai data analisis.

3.5 Metode Analisis

Tahap ini merupakan sebuah tahapan dimana data analisis didapatkan. Pada pengujian hasil analisis kali ini menggunakan statistik induktif dan statistik deskriptif serta memberikan hipotesis. Data yang dianalisis adalah perbandingan peforma dari tiap level RAID dengan harddisk tanpa teknologi RAID.

3.5.1 Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif adalah metode statistik yang berkenaan dengan pengumpulan, pengolahan, dan penyajian data (dalam bentuk tabel, grafik, maupun diagram). Statistik deskriptif dapat memberikan informasi berdasarkan keadaan secara umum (general). Statistik deskriptif ini digunakan untuk menjawab rumusan masalah yang sudah dipaparkan.

3.5.2 Statistik Induktif

Statistik Induktif merupakan metode yang berkenaan dengan analisis data yang digunakan untuk mengambil kesimpulan. Hasil analisis yang di dapat akan di uji dengan *Two-Ways Anova* untuk mengetahui apakah ada perbedaan peforma *read/write* tiap level RAID.

Two-Ways Anova digunakan untuk menguji hipotesis rata-rata k sampel, bila sampel terdiri dari dua atau lebih kategori. Pada metode ini, selain yang diuji perbedaan rata-rata variabelnya, juga terdapat variabel lain yang bertugas untuk mengontrol perbedaan variabel bebasnya. Pada *Two-Ways Anova* terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi populasi tertentu. Faktor-faktor tersebut memberikan pengaruh positif maupun negatif, sehingga perlu dilakukan pengujian apakah terdapat interaksi antar faktor atau tidak. Untuk menarik kesimpulan pada statistik *Two-Ways Anova* dapat melihat dari hasil hipotesisnya, dengan ketentuan:

1. Berkaitan dengan pengaruh faktor pertama (A) atau efek baris.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots = \mu_a$$

H_i : paling sedikit salah satu μ tidak sama.

Berkaitan dengan pengaruh faktor kedua (B) atau efek kolom.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots = \mu_a$$

H_i : paling sedikit salah satu μ tidak sama.

2. Interaksi antara faktor utama dengan faktor kedua (AXB).

H_0 : efek faktor yang satu tergantung pada faktor yang lainnya.

H_i : efek faktor yang satu tidak tergantung pada faktor yang lainnya.

3. Dasar pengambilan keputusan :

- a. Jika nilai signifikansi > 0.05 maka H_0 diterima
- b. Jika nilai signifikansi < 0.05 maka H_0 ditolak atau menerima H_1 .

Pada penelitian ini, *Two-Ways Anova* digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan terhadap, Peforma *Read* dan *Write* dengan variasi *chunk size* pada tiap level RAID dengan ukuran file yang berbeda.

Sedangkan metode uji statistik yang digunakan untuk mengetahui Peforma *Read* dan *Write* pada dua buah *file size* 20 MB dan *file size* 100 MB terhadap tiap level RAID dan tiap *chunk size* adalah uji *Independent T-test*.

Uji *Independent T-test* digunakan untuk membandingkan dua purata (mean) dari dua sampel yang indepdnden dengan data yang terasumsi normal. Dalam hal ini membandingkan *file size* 20 MB dan *file size* 100 MB.

3.5.3 Hipotesis

1. RAID level 0 membagi data ke dalam bentuk stripping (fragmen) keseluruhan disk, stripping ini menyerupai alokasi blok data pada *chunk size* yang membuat *throughput* data yg lebih tinggi dan peforma yang sangat baik, maka pada level ini dari segi peforma *read* dan *write* lebih handal dari RAID level 1 yang bekerja secara duplikasi (*mirror*), dimana RAID level ini membagi data secara bersamaan kedua *harddisk* sekaligus tanpa *stripes*. Sedangkan RAID 5 memerlukan mekanisme tambahan untuk penghitungan lokasi dari paritas sehingga akan mempengaruhi kecepatan dalam pembacaan blok maupun penulisannya.
2. RAID level 0 tidak merekam redudansi, ini menyebabkan akses data yang cepat tetapi bila ada kerusakan pada salah satu disknya, maka data yang ada tidak dapat diakses kembali. Berbeda dengan RAID level 1, level ini memiliki kehandalan (reliabilitas) yang baik karena memiliki *back up* untuk tiap *disk* dan perbaikan *disk* yang rusak dapat dengan cepat dilakukan karena ada *mirrornya*. Dan pada RAID level 5 pengorganisasian dengan paritas blok

interleaved terbesar. Data dan paritas disebar pada semua *disk* termasuk sebuah *disk* tambahan. Pada setiap blok, salah satu dari *disk* menyimpan paritas dan *disk* yang lainnya menyimpan data. Sehingga saat ada kegagalan disk akan dapat cepat diperbaiki.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Secara Umum

Implementasi sistem merupakan tahap dimana sistem mampu diaplikasikan dalam keadaan yang sesungguhnya. Dari implementasi ini akan diketahui apakah sistem yang dibuat dapat berjalan dengan baik atau tidak. Serta apakah sistem yang dibuat menghasilkan *output* yang sesuai dengan perancangan yang ada.

4.1.1 Tahap Implementasi Perangkat Lunak

Dalam pengaplikasian perangkat lunak ini, terdapat beberapa tahap yang terdiri dari :

a. Instalasi Red Hat Enterprise Linux

Tahap ini dilakukan instalasi sistem operasi pada komputer yang akan dimanajemen dengan teknologi RAID.

b. Konfigurasi *Software Raid*

Pada tahap ini dilakukan konfigurasi software RAID yang bertujuan memanajemen penyimpanan data ke tiga buah *harddisk* dengan menggunakan tiga level RAID berbeda yaitu level 0,1 dan 5. Pemilihan 3 buah level RAID ini disesuaikan dengan level RAID yang didukung oleh perangkat manipulasi *softRaid* yaitu *mdadm*.

Level RAID yang didukung oleh *mdadm* adalah level 0, 1, 4, 5, 6, 10. Untuk level RAID 4, 5 dan 6 memiliki konsep yang cenderung sama yaitu *stripping* data, karena konsep awamnya level RAID yang lebih tinggi adalah penyempurnaan dari level RAID sebelumnya maka level 6 adalah yang terbaik, tetapi kebutuhan *harddisk* untuk level 6 adalah minimal 4 buah *harddisk* yang tidak memungkinkan untuk diterapkan di PC server yang ketersediaan *harddisk*nya hanya 3 buah. Hal ini juga yang membuat level 10 dan 01 tidak dapat diterapkan pula.

c. Instalasi WinSCP pada *client*

Pada tahap ini dilakukan di sisi penguji yang akan mengakses data analisis pada komputer yang terimplementasi manajemen *harddisk* RAID. Aplikasi ini untuk mentransfer file dari komputer lokal (*client*) ke komputer remote (*server*).

4.1.2 Implementasi Hasil Perancangan

Konfigurasi Software RAID

1. Sebelum melakukan konfigurasi *Software* RAID, terlebih dahulu pastikan bahwa perangkat lunak yang dapat memanipulasi SoftRAID telah terinstal ataupun tersedia pada Sistem Operasi Red Hat Enterprise Linux (RHEL) yang digunakan dalam penelitian ini. Perangkat tersebut yaitu mdadm. Walaupun Sistem operasi RHEL ini mendukung akses dengan antarmuka berbasis desktop, tapi konfigurasi tetap hanya bisa dilakukan via *Command Line Interface* (CLI).
2. Setelah dipastikan bahwa mdadm sudah tersedia, pastikan juga bahwa *harddisk* telah dipartisi.

Tabel 4. 1 Ukuran Partisi *Harddisk*

Partisi	Sdb	sdc	sdd
1	150G	150G	150G
2	150G	150G	150G
3	200G	200G	200G

Sesuai tabel 4.1. diatas merupakan pembagian partisi (500GB/*Harddisk*) secara kasar atau kurang lebih dibagi seperti diatas.

Device	Boot	Start	End	Blocks	Id	System
/dev/sdb1		1	19582	157292383+	fd	Linux raid autodetect
/dev/sdb2		19583	39164	157292415	fd	Linux raid autodetect
/dev/sdb3		39165	60801	173799202+	fd	Linux raid autodetect

Gambar 4. 1 Pembagian partisi dan penginisiasian *file system*

Karena langkah awal dalam manajemen 3 buah *harddisk* berukuran 500GB menjadi satu kesatuan *harddisk* RAID tersebut adalah dengan mengubah modulusnya menjadi modulus “primary” untuk tiap *harddisk*nya dan dengan tipe partisi “Linux raid *autodetect*” seperti yang terlihat pada pembagian partisi dan penginisiasian *file system* diatas.

3. Pembagian partisi yang kemudian akan dijadikan array RAID dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. 2 Partisi *Harddisk*

Seperti terlihat pada gambar diatas, partisi yang telah dibagi akan diatur menjadi beberapa level RAID, dalam hal ini yaitu level 0, 1 dan 5.

Untuk level 0 diimplementasikan pada partisi **/dev/sdb2**, **/dev/sdc2** dan **/dev/sdd2**. Untuk level 1 diimplementasikan pada partisi **/dev/sdb1** dan **/dev/sdc1** sebagai *device* utama sedangkan **/dev/sdd1** adalah *spare devices*. Serta untuk level 5 akan diimplementasikan pada partisi **/dev/sdb3**, **/dev/sdc3** dan **/dev/sdd3**. Agar lebih jelas lihat pada gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1] [raid0] [raid6] [raid5] [raid4]
md2 : active raid5 sdd3[3] sdc3[1] sdb3[0]
      347335680 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [3/3] [UUU]

md1 : active raid0 sdd2[2] sdc2[1] sdb2[0]
      471876096 blocks super 1.2 512k chunks

md0 : active raid1 sdd1[2](S) sdc1[1] sdb1[0]
      157161216 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
```

Gambar 4. 3 Device baru dari Array RAID

Setelah array RAID terbentuk, maka secara otomatis pula akan terbentuk sebuah *device* baru yaitu **/dev/md0**. *Device* baru ini membutuhkan waktu beberapa saat untuk sinkronisasi antar partisi *harddisk* yang digabungkan seperti terlihat pada gambar 4.3.

4. **/dev/md0** adalah sebuah representasi sistem berkas dari *device* fisik yang ada. Sehingga sangat tidak mungkin bila akan melakukan pengaksesan langsung di *device* fisik tersebut, maka hal yang dibutuhkan adalah melakukan pengaitan antara sebuah sistem berkas yang baru ditemukan tersebut pada sebuah piranti ke struktur direktori utama yang sedang dipakai. Terlebih dahulu jangan lupa untuk membuat *file system* pada *device* baru tersebut seperti pada gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# mkfs.ext4 /dev/md0
mke2fs 1.41.12 (17-May-2010)
Filesystem label=
OS type: Linux
Block size=4096 (log=2)
Fragment size=4096 (log=2)
Stride=0 blocks, Stripe width=0 blocks
9830400 inodes, 39290304 blocks
1964515 blocks (5.00%) reserved for the super user
First data block=0
Maximum filesystem blocks=0
1200 block groups
32768 blocks per group, 32768 fragments per group
8192 inodes per group
Superblock backups stored on blocks:
    32768, 98304, 163840, 229376, 294912, 819200, 884736, 1605632, 2654208,
    4096000, 7962624, 11239424, 20480000, 23887872

Writing inode tables: done
Creating journal (32768 blocks): done
Writing superblocks and filesystem accounting information: done

This filesystem will be automatically checked every 30 mounts or
180 days, whichever comes first.  Use tune2fs -c or -i to override.
```

Gambar 4. 4 Pembuatan *file system*

```
[root@raids aulianita]# mount /dev/md0 /media/raid1
[root@raids aulianita]# mount /dev/md1 /media/raid0
[root@raids aulianita]# mount /dev/md2 /media/raid5
```

Gambar 4. 5 *Mount Point*

5. *Mount point* merupakan tempat representasi baru sebuah sistem berkas sehingga memungkinkan dapat diakses. Dalam hal ini sistem berkas pada alamat fisik **/dev/md0** dapat diakses melalui **/media/raid1** seperti terlihat pada gambar 4.5 diatas.

4.2 Pengujian Hasil dan Implementasi

Pengujian Software RAID

Manajemen terhadap 3 buah *harddisk* berkapasitas 500GB/*harddisk* dengan teknologi RAID telah berhasil dilakukan, hal ini terlihat dari status tiap RAID yang dapat diperiksa pada `/proc/mdstat` dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# cat /proc/mdstat
Personalities : [raid1] [raid0] [raid6] [raid5] [raid4]
md2 : active raid5 sdd3[3] sdc3[1] sdb3[0]
      347335680 blocks super 1.2 level 5, 512k chunk, algorithm 2 [3/3] [UUU]

md1 : active raid0 sdd2[2] sdc2[1] sdb2[0]
      471876096 blocks super 1.2 512k chunks

md0 : active raid1 sdd1[2](S) sdc1[1] sdb1[0]
      157161216 blocks super 1.2 [2/2] [UU]

unused devices: <none>
```

Gambar 4. 6 Status aktif RAID

Tiap level RAID yang telah aktif adalah berupa *device* RAID baru. Proses pemberian sistem berkas dan mounting *device* untuk masing-masing *device* RAID baru telah berhasil dilakukan sehingga masing-masing RAID ini telah dapat dijadikan sebagai media penyimpanan. Hal ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# df -h
Filesystem      Size  Used Avail Use% Mounted on
/dev/sda2       139G  2.7G  130G   3% /
tmpfs           2.0G  228K  2.0G   1% /dev/shm
/dev/md0        148G  188M  140G   1% /media/raid1
/dev/md1        443G  198M  421G   1% /media/raid0
/dev/md2        327G  195M  310G   1% /media/raid5
```

Gambar 4. 7 Mounting Point

4.3 Hasil Pengujian Analisis dan Pembahasan

Bagian ini menampilkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Agar lebih mudah dipahami, bagian ini akan dibagi menjadi beberapa tahapan sesuai dengan parameter-parameter pengukuran yang digunakan dan pada bagian akhir disampaikan tentang hasil pengujian. Untuk hasil pengujian dikelompokkan berdasarkan level RAID pada *file size* dengan variasi *chunk size*, dan level RAID pada *chunk size* dengan variasi *file size*.

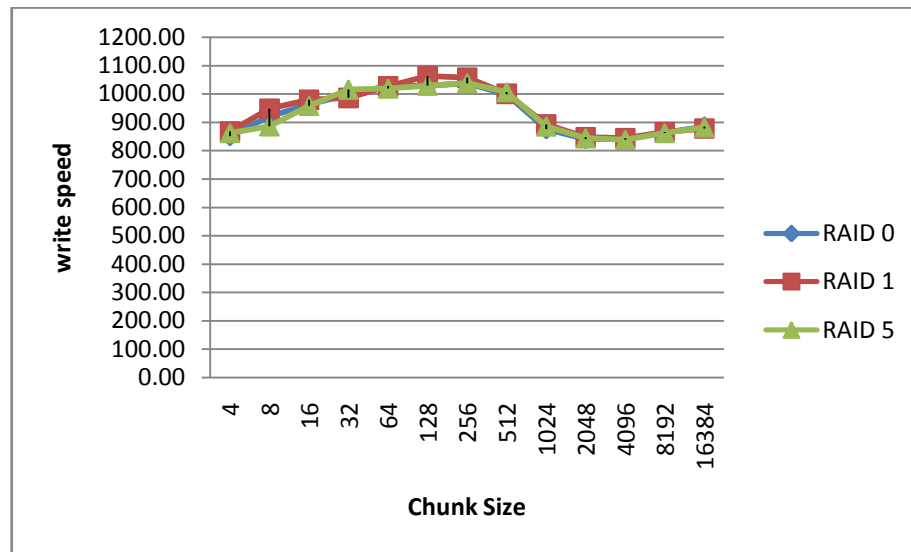
4.3.1 Hasil Pengujian berdasarkan level RAID

Proses pengujian level RAID ini dilakukan berdasarkan jumlah *file size* yang digunakan. Pengujian dilakukan pada tiap level RAID yang berbeda dan *chunk size* yang bervariasi. Hasil percobaan didapat dari pengujian parameter *write speed* dan *read speed*. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pada setiap *chunk size* kemudian dirata-rata untuk mendapatkan data analisis.

4.3.1.1 Pengujian pada *file size* 20 MB

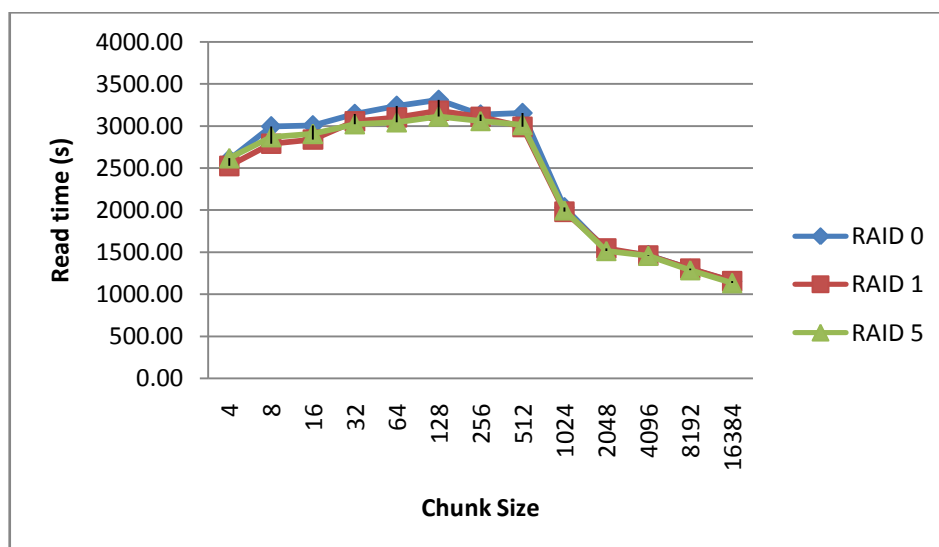
Tabel 4. 2 Hasil rata-rata pengujian pada *file size* 20 MB dalam satuan MB/s

<i>Chunk size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	read time (s)	write time (s)	read time (s)	write time (s)	read time (s)	write time (s)
4	2603.13	851.18	2524.98	867.03	2616.35	862.00
8	2992.85	920.61	2788.95	947.79	2866.74	885.80
16	3004.33	962.67	2839.73	979.12	2904.65	958.18
32	3143.97	998.64	3055.06	985.87	3020.80	1014.98
64	3235.90	1028.38	3100.75	1026.98	3044.71	1018.71
128	3310.03	1028.79	3181.92	1062.40	3112.52	1029.09
256	3134.57	1037.43	3107.83	1056.87	3060.24	1038.33
512	3155.08	998.51	2988.77	1000.23	3011.63	1006.70
1024	2030.22	875.29	1980.98	892.93	1998.18	885.41
2048	1523.97	840.82	1545.63	847.71	1514.01	843.43
4096	1464.31	841.39	1461.99	844.30	1456.97	838.76
8192	1301.44	862.65	1304.27	865.56	1286.15	862.35
16384	1153.27	884.16	1155.05	878.08	1132.77	881.92



Gambar 4. 8 Grafik perbandingan *write speed* pada *file size* 20MB dengan variasi *chunk size*

Waktu penulisan data terhadap masing-masing *device* RAID semakin meningkat pada beberapa *chunk size*, dapat dilihat dari *chunk size* 4 Kbytes – 256 Kbytes. Sedangkan saat *chunk size* 512 Kbytes mulai menurun dan meningkat lagi hingga *chunk size* 16 Mbytes. Waktu yang dibutuhkan untuk penulisan pada *device* RAID level 1 lebih cepat dibandingkan *device* RAID level 0 dan 5 pada hampir setiap variasi *chunk size*.



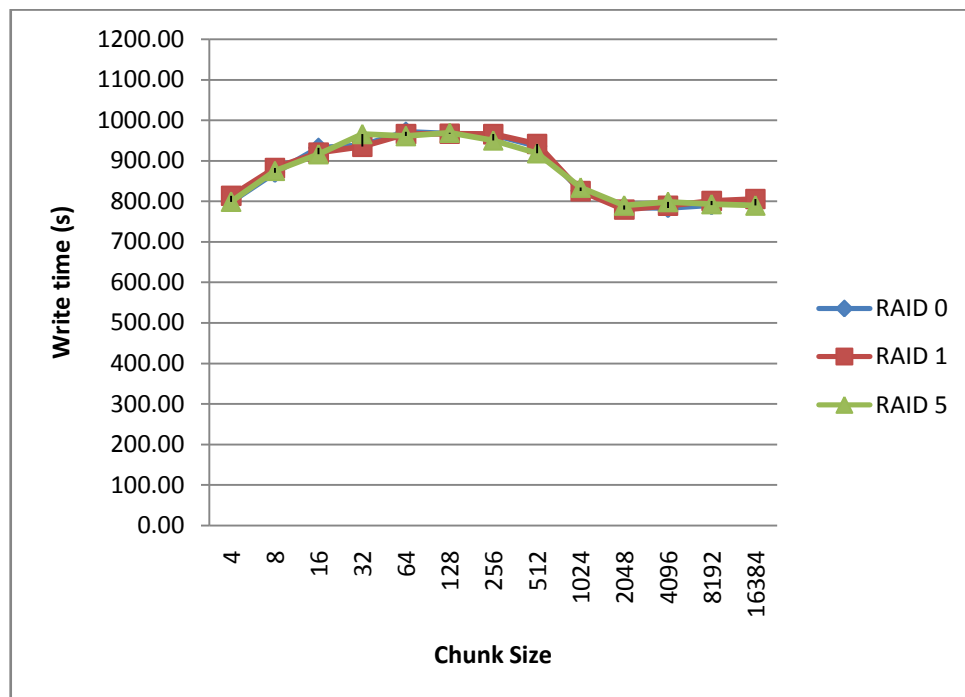
Gambar 4. 9 Grafik perbandingan *read speed* pada *file size* 20MB dengan variasi *chunk size*

Waktu pembacaan data terhadap masing-masing *device* RAID semakin meningkat pada beberapa *chunk size*, hal ini dapat dilihat dari *chunk size* 4 Kbytes – 128 Kbytes. Sedangkan pada *chunk size* 256 Kbytes – 16 Mbytes semakin menurun. Waktu pembacaan data yang dibutuhkan *device* RAID level 0 lebih cepat hampir pada tiap variasi *chunk size* daripada *device* RAID level 1 dan 5.

4.3.1.2 Pengujian pada *file size* 100 MB

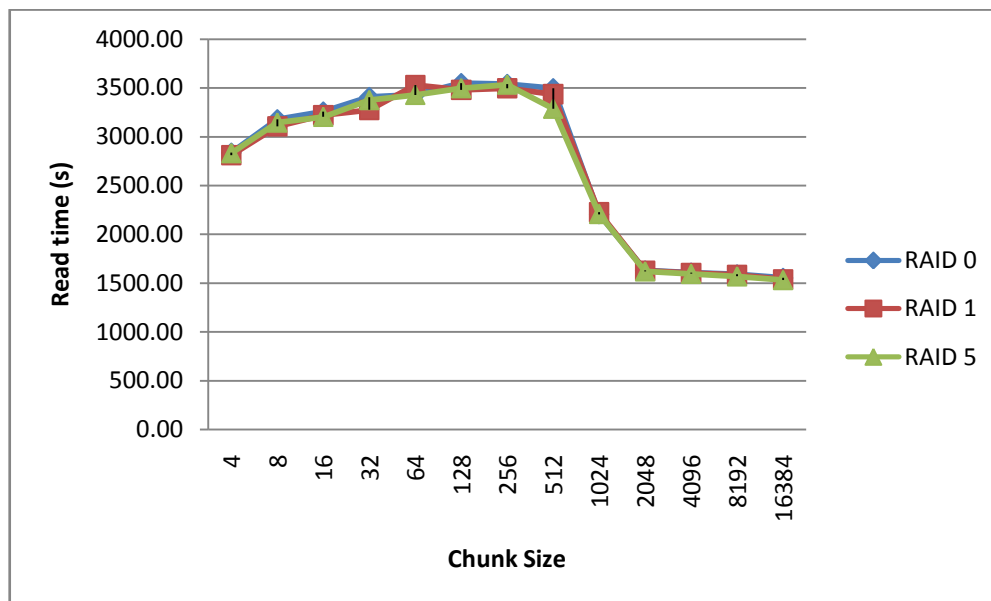
Tabel 4. 3 Hasil rata-rata pengujian pada *file size* 100 MB dalam satuan MB/s

<i>Chunk size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	read time (s)	write time (s)	read time (s)	write time (s)	read time (s)	write time (s)
4	2835.52	798.00	2811.87	813.53	2831.90	798.80
8	3177.99	870.65	3107.02	881.74	3145.23	874.92
16	3257.23	932.17	3220.98	919.76	3204.01	916.08
32	3405.65	937.83	3275.15	934.73	3375.28	965.70
64	3429.21	971.47	3529.75	965.73	3428.69	960.79
128	3548.32	966.43	3481.23	966.51	3497.25	969.05
256	3539.35	964.27	3496.73	965.44	3533.89	950.33
512	3495.77	935.87	3436.23	941.54	3286.80	918.73
1024	2205.07	826.06	2225.40	824.85	2209.16	833.57
2048	1629.35	784.61	1625.91	779.71	1621.64	789.55
4096	1607.27	783.62	1603.69	788.86	1595.54	798.14
8192	1589.16	790.87	1583.13	801.14	1570.38	793.07
16384	1553.29	801.30	1538.48	805.51	1532.81	789.49



Gambar 4. 10 Grafik perbandingan *write speed* pada *file size* 100MB dengan variasi *chunk size*

Waktu penulisan data yang dibutuhkan terhadap masing-masing *device* RAID semakin meningkat pada beberapa *chunk size*, ini dapat dilihat pada *chunk size* 4 Kbytes – 128 Kbytes. Sedangkan pada *chunk size* 256 Kbytes – 2048 Kbytes kecepatan waktu pembacaan menurun dan mulai meningkat lagi pada *chunk size* 2048 Kbytes – 16 Mbytes. Waktu penulisan pada masing-masing *device* RAID tidak terlalu berbeda secara signifikan.



Gambar 4. 11 Grafik perbandingan *read speed* pada *file size* 100MB dengan variasi *chunk size*

Waktu pembacaan data terhadap masing-masing *device* RAID semakin meningkat pada beberapa *chunk size*, hal ini dapat dilihat dari *chunk size* 4 Kbytes – 256 Kbytes. Sedangkan pada *chunk size* 512 Kbytes – 2048 Kbytes semakin menurun dengan drastis dan menurun terus sampai *chunk size* 16 Mbytes . Waktu pembacaan data yang dibutuhkan *device* RAID level 0 lebih cepat hampir pada tiap variasi *chunk size* daripada *device* RAID level 1 dan 5.

Tabel 4. 4 *Two-Ways Anova* pada pengujian *file size* 20 MB berdasarkan *Write speed*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Write

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1187068915142.318 ^a	38	31238655661.640	41.474	.000
Intercept	179206549183386.780	1	179206549183386.780	237922.395	.000
Chunk_Size	1165930876407.649	12	97160906367.304	128.995	.000
RAID	4324825026.780	2	2162412513.390	2.871	.060
Chunk_Size * RAID	16813213707.887	24	700550571.162	.930	.561
Error	117501430189.600	156	753214296.087		

Total	180511119528719.000	195			
Corrected Total	1304570345331.918	194			

a. R Squared = .910 (Adjusted R Squared = .888)

Chunk_size : nilai signifikansi $0.000 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada masing-masing *Chunk size* saat penulisan data pada *file size* 20 MB.

RAID : nilai signifikansi $0.060 > 0.05$, sehingga tidak terdapat perbedaan pada masing-masing *Chunk size* saat penulisan data pada *file size* 20 MB.

Chunk_size*RAID : nilai signifikansi $0.561 > 0.005$, sehingga tidak terdapat perbedaan saat *Chunk size* berinteraksi dengan RAID saat melakukan penulisan data dengan *file size* 20 MB.

Tabel 4. 5 *Two-Ways Anova* pada pengujian *file size* 100 MB berdasarkan *Write speed*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Write

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1102551421170.985^a	38	29014511083.447	90.184	.000
Intercept	156415227105134.600	1	156415227105134.600	486176.028	.000
Chunk_size	1092999509305.515	12	91083292442.126	283.109	.000
RAID	221288678.985	2	110644339.492	.344	.710
Chunk_size * RAID	9330623186.482	24	388775966.103	1.208	.243
Error	50189178431.200	156	321725502.764		
Total	157567967704737.000	195			
Corrected Total	1152740599602.185	194			

a. R Squared = .956 (Adjusted R Squared = .946)

Chunk_size : nilai signifikansi $0.000 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada masing-masing *Chunk size* saat penulisan data pada *file size* 100 MB.

RAID : nilai signifikansi $0.710 > 0.05$, sehingga tidak terdapat perbedaan pada masing-masing *Chunk size* saat penulisan data pada *file size* 100 MB.

Chunk_size*RAID : nilai signifikansi $0.243 > 0.005$, sehingga tidak terdapat perbedaan saat *Chunk size* berinteraksi dengan RAID saat melakukan penulisan data dengan *file size* 100 MB.

Tabel 4. 6 *Two-Ways Anova* pada pengujian *file size* 20 MB berdasarkan *Read speed*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Read

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	120994411545225.030^a	38	3184063461716.448	222.283	.000
Intercept	1190746737979349.200	1	1190746737979349.200	83127.247	.000
Chunk_size	120424665065295.610	12	10035388755441.300	700.581	.000
RAID	280987570250.803	2	140493785125.401	9.808	.000
Chunk_size * RAID	288758909678.668	24	12031621236.611	.840	.682
Error	2234604148534.001	156	14324385567.526		
Total	1313975753673111.000	195			
Corrected Total	123229015693759.030	194			

a. R Squared = .982 (Adjusted R Squared = .977)

Chunk_size : nilai signifikansi $0.000 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada masing-masing *Chunk size* saat pembacaan data pada *file size* 20 MB.

RAID : nilai signifikansi $0.000 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada masing-masing *Chunk size* saat pembacaan data pada *file size* 20 MB.

Chunk_size*RAID : nilai signifikansi $0.682 > 0.05$, sehingga tidak terdapat perbedaan saat *Chunk size* berinteraksi dengan RAID saat melakukan pembacaan data dengan *file size* 20 MB.

Tabel 4. 7 *Two-Ways Anova* pada pengujian *file size* 100 MB berdasarkan *Read speed*

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Read

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	134239899156793.250^a	38	3532628925178.770	628.788	.000

Intercept	1483287547961651.200	1	1483287547961651.200	264016.967	.000
Chunk_size	133988882752373.160	12	11165740229364.430	1987.440	.000
RAID	42844560932.135	2	21422280466.067	3.813	.024
Chunk_size * RAID	208171843487.734	24	8673826811.989	1.544	.061
Error	876431769545.600	156	5618152368.882		
Total	1618403878887992.000	195			
Corrected Total	135116330926338.840	194			

a. R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .992)

Chunk_size : nilai signifikansi $0.000 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada masing-masing *Chunk size* saat pembacaan data pada *file size* 100 MB.

RAID : nilai signifikansi $0.024 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada masing-masing *Chunk size* saat pembacaan data pada *file size* 100 MB.

Chunk_size*RAID : nilai signifikansi $0.061 > 0.005$, sehingga tidak terdapat perbedaan saat *Chunk size* berinteraksi dengan RAID saat melakukan pembacaan data dengan *file size* 100 MB.

4.3.2 Hasil Pengujian berdasarkan *Chunk size*

Proses pengujian level RAID ini dilakukan berdasarkan masing-masing *chunk size* yang digunakan. Pengujian dilakukan pada tiap level RAID yang berbeda dan dua *file size* yaitu 20 MB dan 100 MB. Hasil percobaan didapat dari pengujian parameter *write speed* dan *read speed*. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali pada setiap *chunk size* kemudian dirata-rata untuk mendapatkan data analisis.

Tabel 4. 8 *Chunk size* 4 KB

<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	2603.13	851.18	2524.98	867.03	2616.35	862.00
100 MB	2835.52	798.00	2811.87	813.53	2831.90	798.80

Tabel 4. 9 *Chunk size 8 KB*

<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	2992.85	920.61	2788.95	947.79	2866.74	885.80
100 MB	3177.99	870.65	3107.02	881.74	3145.23	874.92

Tabel 4. 10 *Chunk size 16 KB*

<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	3004.33	962.67	2839.73	979.12	2904.65	958.18
100 MB	3257.23	932.17	3220.98	919.76	3204.01	916.08

Tabel 4. 11 *Chunk size 32 KB*

<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	3143.97	998.64	3055.06	985.87	3020.80	1014.98
100 MB	3405.65	937.83	3275.15	934.73	3375.28	965.70

Tabel 4. 12 *Chunk size 64 KB*

<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	3235.90	1028.38	3100.75	1026.98	3044.71	1018.71
100 MB	3429.21	971.47	3529.75	965.73	3428.69	960.79

Tabel 4. 13 *Chunk size 128 KB*

<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	3310.03	1028.79	3181.92	1062.40	3112.52	1029.09
100 MB	3548.32	966.43	3481.23	966.51	3497.25	969.05

Tabel 4. 14 *Chunk size 256 KB*

<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	3134.57	1037.43	3107.83	1056.87	3060.24	1038.33
100 MB	3539.35	964.27	3496.73	965.44	3533.89	950.33

Tabel 4. 15 *Chunk size 512 KB*

<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	3155.08	998.51	2988.77	1000.23	3011.63	1006.70
100 MB	3495.77	935.87	3436.23	941.54	3286.80	918.73

Tabel 4. 16 *Chunk size 1024 KB*

<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	2030.22	875.29	1980.98	892.93	1998.18	885.41
100 MB	2205.07	826.06	2225.40	824.85	2209.16	833.57

Tabel 4. 17 *Chunk size 2048 KB*

<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	1523.97	840.82	1545.63	847.71	1514.01	843.43
100 MB	1629.35	784.61	1625.91	779.71	1621.64	789.55

Tabel 4. 18 *Chunk size 4096 KB*

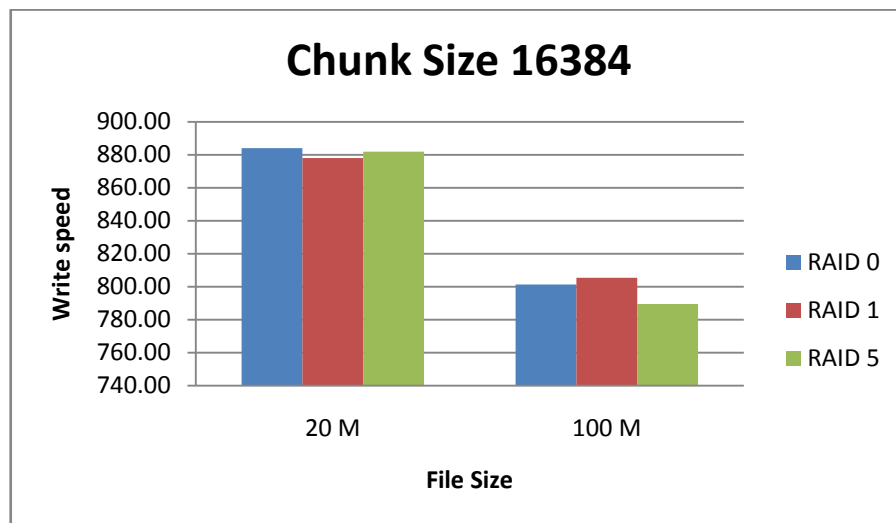
<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	1464.31	841.39	1461.99	844.30	1456.97	838.76
100 MB	1607.27	783.62	1603.69	788.86	1595.54	798.14

Tabel 4. 19 *Chunk size 8192 KB*

<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	1301.44	862.65	1304.27	865.56	1286.15	862.35
100 MB	1589.16	790.87	1583.13	801.14	1570.38	793.07

Tabel 4. 20 *Chunk size 16384 KB*

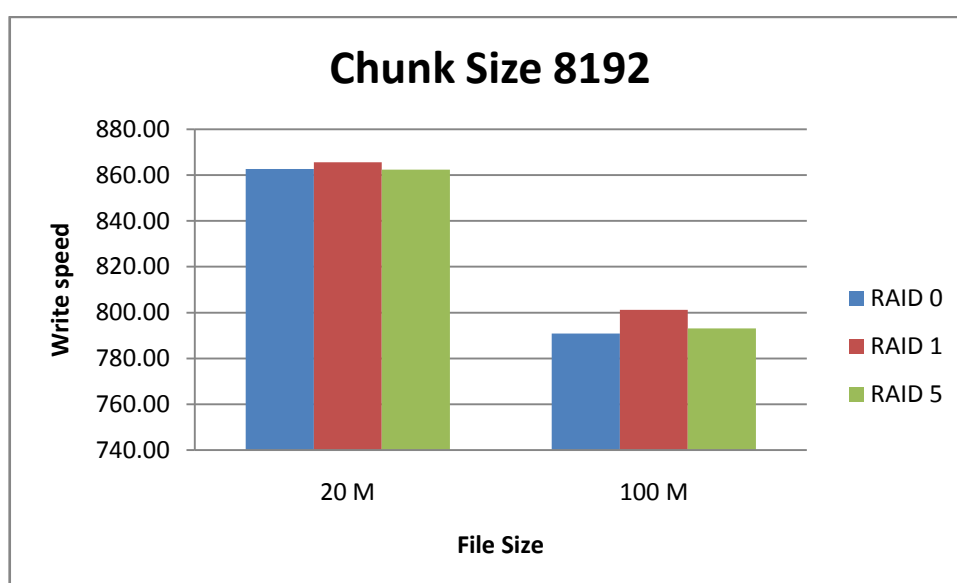
<i>file size</i>	RAID 0		RAID 1		RAID 5	
	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>	<i>Read speed</i>	<i>Write speed</i>
20 MB	1153.27	884.16	1155.05	878.08	1132.77	881.92
100 MB	1553.29	801.30	1538.48	805.51	1532.81	789.49



Gambar 4. 12 Gambar perbandingan *write speed* pada *chunk size* 16384 KB

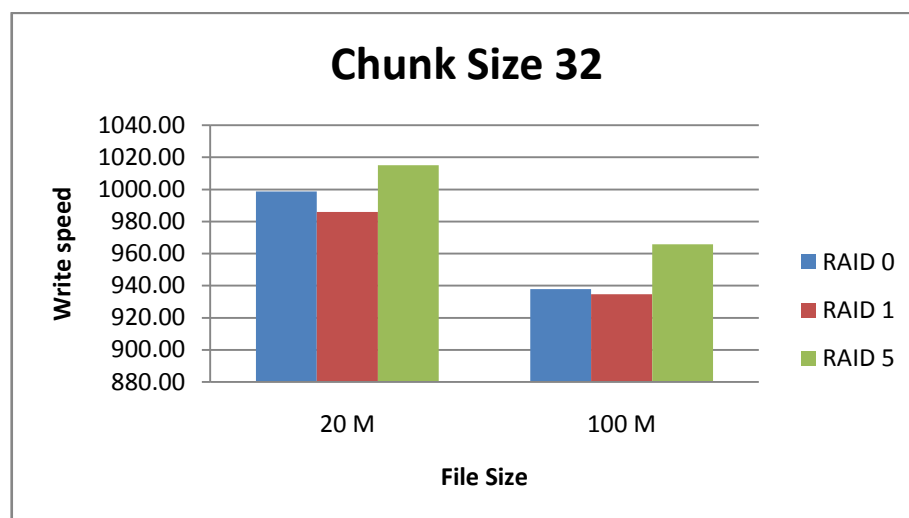
Gambar diatas merupakan perwakilan dari *chunk size* 4 KB sampai 16384 KB, dimana nilai dari data tersebut memiliki kesamaan. Dapat dilihat pada gambar tersebut bahwa terdapat perbedaan kecepatan tulis masing-masing level RAID pada *file size* 20 MB dan 100 MB.

Pada beberapa *chunk size* dapat dilihat bahwa level RAID 1 melakukan proses penulisan lebih cepat dibanding level RAID lainnya. Hal ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 13 Gambar perbandingan *write speed* pada *chunk size* 8192 KB

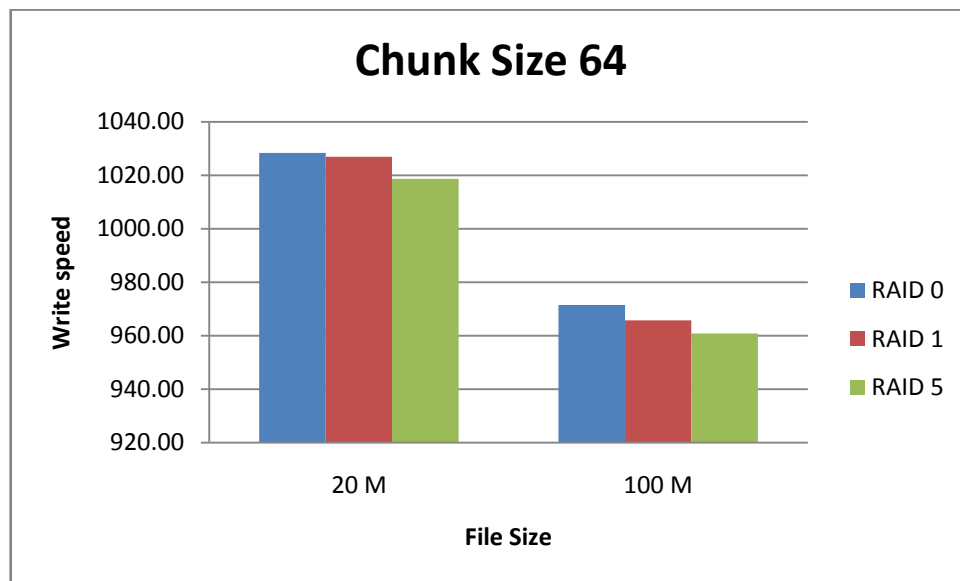
Gambar diatas merupakan perwakilan dari *chunk size* 4, 8, 256 dan 8192 KB yang menunjukkan bahwa pada *file size* 20 MB maupun 100 MB RAID level 1 lebih berjalan optimal dalam proses penulisan data dibanding level RAID lainnya.



Gambar 4. 14 Gambar perbandingan *write speed* pada *chunk size* 32 KB

Gambar diatas merupakan perbandingan *write speed* pada *chunk size* 32 KB, dan menunjukkan bahwa level RAID 5 dapat bekerja optimal pada *file size* 20 MB maupun 100 MB dari level RAID lainnya.

Sedangkan pada level RAID 0 proses penulisan data dapat bekerja optimal pada *chunk size* 64 KB pada *file size* 20 MB maupun 100 MB. lihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. 15 Gambar perbandingan *write speed* pada *chunk size* 64 KB

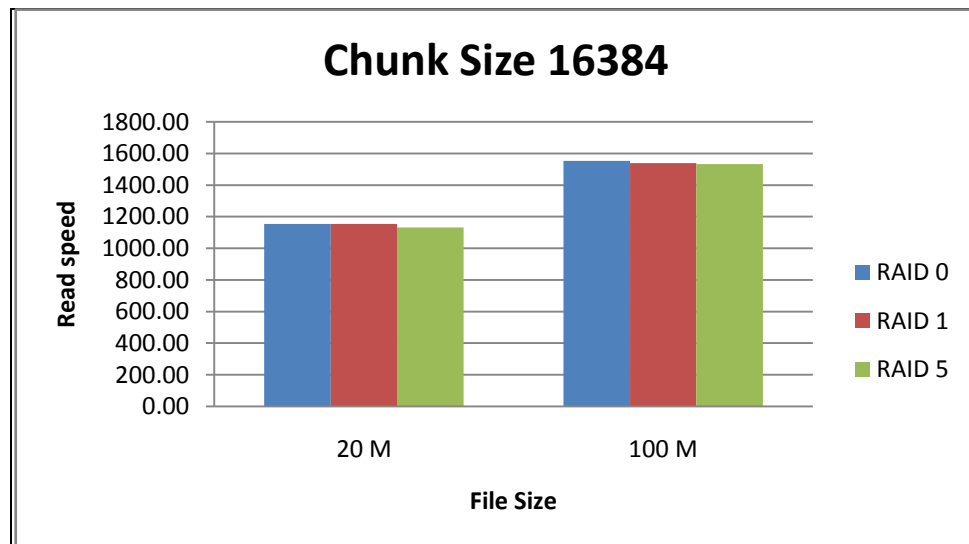
Tabel 4. 21 *Independent T-test* parameter *write speed* pada *chunk size* 16384 KB

Independent Samples Test										
Levene's Test for t-test for Equality of Means										
Equality of Variances										
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference		
								Lower	Upper	
Write R0 Equal variances assumed	8.794	.018	12.388	8	.000	84843.600	6848.653	69050.577	100636.623	
Equal variances not assumed			12.388	4.308	.000	84843.600	6848.653	66352.927	103334.273	
Write R1 Equal variances assumed	4.437	.068	9.516	8	.000	74308.20000	7808.77656	56301.12895	92315.27105	
Equal variances not assumed			9.516	5.159	.000	74308.20000	7808.77656	54419.75323	94196.64677	
Write R5 Equal variances assumed	.757	.409	23.046	8	.000	94645.60000	4106.75477	85175.40653	104115.79347	
Equal variances not assumed			23.046	7.755	.000	94645.60000	4106.75477	85123.06528	104168.13472	

Write R0 : nilai signifikansi $0.000 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada level RAID 0 saat proses tulis antara *file size* 20 MB dengan *file size* 100 MB pada *Chunk size* 16384 KB (seluruh variasi *chunk size*).

Write R1 : nilai signifikansi $0.000 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada level RAID 1 saat proses tulis antara *file size* 20 MB dengan *file size* 100 MB pada *Chunk size* 16384 KB (seluruh variasi *chunk size*).

Write R5 : nilai signifikansi $0.000 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada level RAID 5 saat proses tulis antara *file size* 20 MB dengan *file size* 100 MB pada *Chunk size* 16384 KB (seluruh variasi *chunk size*).



Gambar 4. 16 Gambar perbandingan *read speed* pada *chunk size* 16384 KB

Gambar diatas merupakan perwakilan dari *chunk size* 4 KB sampai 16384 KB dimana nilai dari data masing-masing *chunk size* memiliki persamaan. Saat proses pembacaan data pada seluruh *chunk size* dan masing-masing level RAID mengalami peningkatan saat membaca data dengan *file size* 100 MB. Dan berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa RAID level 0 bekerja paling optimal pada masing-masing skenario *file size* dan *chunk size*.

Tabel 4. 22 *Independent T-test* parameter *read speed* pada *chunk size* 16384 KB

Independent Samples Test											
		Levene's Test for Equality of Variances									
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Error 95% Confidence Interval of the Difference		

	Equal variances not assumed								
			-42.334	5.895	.000	-409621.000	9675.895	-433399.442	-385842.558
Read R1	Equal variances assumed	14.114	.006	-22.951	8	.000	-392626.00000	17106.84905	-432074.46466
	Equal variances not assumed			-22.951	4.458	.000	-392626.00000	17106.84905	-438256.97760
Read R5	Equal variances assumed	5.914	.041	-34.085	8	.000	-409650.40000	12018.57423	-437365.28188
	Equal variances not assumed			-34.085	5.896	.000	-409650.40000	12018.57423	-439184.99137

Write R0 : nilai signifikansi $0.000 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada level RAID 0 saat proses baca antara *file size* 20 MB dengan *file size* 100 MB pada *Chunk size* 16384 KB (seluruh variasi *chunk size*).

Write R1 : nilai signifikansi $0.000 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada level RAID 1 saat proses baca antara *file size* 20 MB dengan *file size* 100 MB pada *Chunk size* 16384 KB (seluruh variasi *chunk size*).

Write R5 : nilai signifikansi $0.000 < 0.05$, sehingga terdapat perbedaan pada level RAID 5 saat proses baca antara *file size* 20 MB dengan *file size* 100 MB pada *Chunk size* 16384 KB (seluruh variasi *chunk size*).

4.3.3 Hasil Pengujian berdasarkan Fault Tolerance

Proses pengujian level RAID parameter fault tolerance ini dilakukan dengan menon-aktifkan salah satu disk pada masing-masing *device* RAID.

Sebelum menon-aktifkan masing-masing disk pada level RAID, terlebih dahulu letakkan data pada masing-masing *device*-nya seperti gambar dibawah ini.

```

aulianita@raids:/home/aulianita
[root@raids aulianita]# ls /media/raid0/
BAB 1.docx BAB 2.docx BAB 3.docx BAB 4.docx lost+found
[root@raids aulianita]# ls /media/raid1/
BAB 1.docx BAB 2.docx BAB 3.docx BAB 4.docx lost+found
[root@raids aulianita]# ls /media/raid5/
BAB 1.docx BAB 2.docx BAB 3.docx BAB 4.docx lost+found
[root@raids aulianita]#

```

Gambar 4. 17 Isi masing-masing *device* RAID

Gambar diatas adalah tahap persiapan sebelum melakukan pengujian *fault tolerance* pada masing-masing level RAID. Pada masing-masing level RAID telah ada beberapa data yang nanti akan dicoba untuk diakses kembali saat salah satu disk pada masing-masing level RAID dilepas.

4.3.3.1 RAID 0

Untuk level 0 diimplementasikan pada partisi **/dev/sdb2**, **/dev/sdc2** dan **/dev/sdd2**. Seperti terlihat pada gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# mdadm --detail /dev/md1
/dev/md1:
    Version : 1.2
  Creation Time : Wed May  1 17:57:31 2013
    Raid Level : raid0
    Array Size : 471876096 (450.02 GiB 483.20 GB)
    Raid Devices : 3
    Total Devices : 3
    Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Wed May  1 17:57:31 2013
      State : clean
    Active Devices : 3
    Working Devices : 3
    Failed Devices : 0
    Spare Devices : 0

    Chunk Size : 512K

    Name : raids.com:1 (local to host raids.com)
    UUID : 1c5f2b78:72f4cf48:5d15d63a:ddf1b783
    Events : 0

    Number   Major   Minor   RaidDevice State
     0         8       18         0     active sync  /dev/sdb2
     1         8       34         1     active sync  /dev/sdc2
     2         8       50         2     active sync  /dev/sdd2
```

Gambar 4. 18 Device RAID pada level 0

Proses umount terlebih dahulu dilakukan sebelum memberhentikan array RAID. Lihat gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# umount /dev/md1
[root@raids aulianita]# ls /media/raid0/
[root@raids aulianita]# █
```

Gambar 4. 19 Proses *umount* RAID level 0

```
[root@raids aulianita]# mdadm -S /dev/md1
mdadm: stopped /dev/md1
```

Gambar 4. 20 Proses memberhentikan RAID level 0

Setelah berhasil memberhentikan array RAID, proses selanjutnya adalah melepas salah satu disk array RAID dengan mengosongkan disk array RAID yang dimaksudkan, dalam hal ini adalah **/dev/sdd2**. Lihat gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# mdadm --zero-superblock /dev/sdd2
[root@raids aulianita]# mdadm --examine /dev/sdd2
mdadm: No md superblock detected on /dev/sdd2.
[root@raids aulianita]# mdadm --examine /dev/sdb2
/dev/sdb2:
    Magic : a92b4efc
    Version : 1.2
    Feature Map : 0x0
    Array UUID : 1c5f2b78:72f4cf48:5d15d63a:ddf1b783
    Name : raids.com:1 (local to host raids.com)
    Creation Time : Wed May 1 17:57:31 2013
    Raid Level : raid0
    Raid Devices : 3

    Avail Dev Size : 314584814 (150.01 GiB 161.07 GB)
    Data Offset : 16 sectors
    Super Offset : 8 sectors
    State : clean
    Device UUID : 4800db2a:ee52f6ec:3e9629c3:8b126716

    Update Time : Wed May 1 17:57:31 2013
    Checksum : a3d68ddd - correct
    Events : 0

    Chunk Size : 512K

    Device Role : Active device 0
    Array State : AAA ('A' == active, '.' == missing)
```

Gambar 4. 21 Proses melepas salah satu *disk* pada array RAID

Pada gambar diatas, salah satu *disk array* RAID 0 telah berhasil dilepas. Untuk mengaktifkan kembali *device* RAID maka diperlukan **Array UUID** pada langkah selanjutnya.

```
[root@raids aulianita]# mdadm /dev/md1 --assemble -u 1c5f2b78:72f4cf48:5d15d63a:ddf1b783
mdadm: /dev/md1 assembled from 2 drives - not enough to start the array.
```

Gambar 4. 22 Proses mengaktifkan kembali *device* RAID

Proses mengaktifkan kembali *device* RAID tidak berhasil, ini dikarenakan RAID level 0 tidak memberikan adanya toleransi kesalahan. Dan dapat dilihat pada gambar diatas, ada peringatan *disk member* pada Array RAID tidak cukup sehingga tidak dapat diaktifkan kembali.

4.3.3.2 RAID level 1

Untuk level 1 diimplementasikan pada partisi **/dev/sdb1**, **/dev/sdc1** sebagai *device* aktif dan **/dev/sdd1** sebagai *spare device*. Seperti terlihat pada gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# mdadm --detail /dev/md0
/dev/md0:
    Version : 1.2
  Creation Time : Mon Jul  1 15:32:46 2013
    Raid Level : raid1
    Array Size : 157161216 (149.88 GiB 160.93 GB)
  Used Dev Size : 157161216 (149.88 GiB 160.93 GB)
    Raid Devices : 2
  Total Devices : 3
 Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Mon Jul  1 16:09:37 2013
      State : clean
 Active Devices : 2
Working Devices : 3
 Failed Devices : 0
  Spare Devices : 1


    Name : raids.com:0 (local to host raids.com)
   UUID : 88c73972:718287cc:e6df1d12:c3fe0d5d
  Events : 17

   Number   Major   Minor   RaidDevice State
    0         8       17         0     active sync  /dev/sdb1
    1         8       33         1     active sync  /dev/sdc1
    2         8       49         -     spare      /dev/sdd1
```

Gambar 4. 23 Device RAID pada level 1

Proses umount terlebih dahulu dilakukan sebelum memberhentikan array RAID. Lihat gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# umount /dev/md0
[root@raids aulianita]# ls /media/raid1/
[root@raids aulianita]#
```

Gambar 4. 24 Proses *umount* RAID level 1

```
[root@raids aulianita]# mdadm -S /dev/md0
mdadm: stopped /dev/md0
```

Gambar 4. 25 Proses memberhentikan RAID level 1

Setelah berhasil memberhentikan array RAID, proses selanjutnya adalah melepas salah satu disk array RAID dengan mengosongkan disk array RAID yang dimaksudkan, dalam hal ini adalah **/dev/sdb1**. Lihat gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# mdadm --zero-superblock /dev/sdb1
[root@raids aulianita]# mdadm --examine /dev/sdc1
/dev/sdc1:
    Magic : a92b4efc
    Version : 1.2
    Feature Map : 0x0
    Array UUID : 88c73972:718287cc:e6df1d12:c3fe0d5d
    Name : raids.com:0 (local to host raids.com)
    Creation Time : Mon Jul 1 15:32:46 2013
    Raid Level : raid1
    Raid Devices : 2

    Avail Dev Size : 314322623 (149.88 GiB 160.93 GB)
    Array Size : 157161216 (149.88 GiB 160.93 GB)
    Used Dev Size : 314322432 (149.88 GiB 160.93 GB)
    Data Offset : 262144 sectors
    Super Offset : 8 sectors
    State : clean
    Device UUID : 1fa0ac36:bbc091ce:cd76eea3:67fb7f90

    Update Time : Mon Jul 1 16:11:55 2013
    Checksum : 2da2f8ac - correct
    Events : 17

    Device Role : Active device 1
    Array State : AA ('A' == active, '.' == missing)
[root@raids aulianita]# mdadm --examine /dev/sdb1
mdadm: No md superblock detected on /dev/sdb1.
```

Gambar 4. 26 Proses melepas salah satu disk pada array RAID

Pada gambar diatas, salah satu disk array RAID 1 telah berhasil dilepas. Untuk mengaktifkan kembali *device* RAID maka diperlukan **Array UUID** pada langkah selanjutnya.

```
[root@raids aulianita]# mdadm /dev/md0 --assemble -u 88c73972:718287cc:e6dfd1d12:c3fe0d5d
mdadm: /dev/md0 has been started with 1 drive (out of 2) and 1 spare.
[root@raids aulianita]# ls /media/raid1/
[root@raids aulianita]# mount /dev/md0 /media/raid1/
[root@raids aulianita]# ls /media/raid1/
BAB 1.docx BAB 2.docx BAB 3.docx BAB 4.docx lost+found
```

1

2

Gambar 4. 27 Proses mengaktifkan kembali *device* RAID dan pengecekan data

Proses mengaktifkan kembali *device* RAID telah berhasil ditandai dengan angka 1 pada gambar dan yang ditandai angka 2 merupakan pembuktian bahwa data dapat diakses kembali. Hal ini dikarenakan RAID level 1 memiliki mirror data saat penulisan datanya. Sehingga memungkinkan untuk dapat mengakses kembali data walaupun ada disk array RAID yang rusak ataupun dilepas. *Mirror data* pada level 1 inilah yang memberikan adanya toleransi kesalahan (*fault tolerance*).

4.3.3.3 RAID level 5

Untuk level 5 diimplementasikan pada partisi **/dev/sdb3**, **/dev/sdc3**, dan **/dev/sdd3**. Seperti terlihat pada gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# mdadm --detail /dev/md2
/dev/md2:
    Version : 1.2
  Creation Time : Wed May  1 18:01:26 2013
    Raid Level : raid5
    Array Size : 347335680 (331.25 GiB 355.67 GB)
  Used Dev Size : 173667840 (165.62 GiB 177.84 GB)
    Raid Devices : 3
  Total Devices : 3
 Persistence : Superblock is persistent

    Update Time : Wed May  1 23:15:27 2013
      State : clean
 Active Devices : 3
Working Devices : 3
  Failed Devices : 0
   Spare Devices : 0

    Layout : left-symmetric
  Chunk Size : 512K

       Name : raids.com:2 (local to host raids.com)
      UUID : 4368ddb5:21c3fa07:f38c4222:56d3f76a
     Events : 18

   Number   Major   Minor   RaidDevice State
     0         8       19         0   active sync  /dev/sdb3
     1         8       35         1   active sync  /dev/sdc3
     3         8       51         2   active sync  /dev/sdd3
```

Gambar 4. 28 Device RAID pada level 5

Proses umount terlebih dahulu dilakukan sebelum memberhentikan array RAID. Lihat gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# umount /dev/md2
[root@raids aulianita]# ls /media/raid5/
[root@raids aulianita]# █
```

Gambar 4. 29 Proses umount RAID level 5

```
[root@raids aulianita]# mdadm -S /dev/md2
mdadm: stopped /dev/md2
[root@raids aulianita]# mdadm --detail --scan /dev/md2
mdadm: cannot open /dev/md2: No such file or directory
```

Gambar 4. 30 Proses memberhentikan RAID level 5

Setelah berhasil memberhentikan array RAID, proses selanjutnya adalah melepas salah satu disk array RAID dengan mengosongkan disk array RAID yang dimaksudkan, dalam hal ini adalah **/dev/sdd3**. Lihat gambar dibawah ini.

```
[root@raids aulianita]# mdadm --zero-superblock /dev/sdd3
```

Gambar 4. 31 Proses melepas salah satu disk pada array RAID

```
[root@raids aulianita]# mdadm --examine /dev/sdc3
/dev/sdc3:
    Magic : a92b4efc
    Version : 1.2
    Feature Map : 0x0
    Array UUID : 4368ddb5:21c3fa07:f38c4222:56d3f76a 1
    Name : raids.com:2 (local to host raids.com)
    Creation Time : Wed May 1 18:01:26 2013
    Raid Level : raid5
    Raid Devices : 3

    Avail Dev Size : 347336261 (165.62 GiB 177.84 GB)
    Array Size : 347335680 (331.25 GiB 355.67 GB)
    Used Dev Size : 347335680 (165.62 GiB 177.84 GB)
    Data Offset : 262144 sectors
    Super Offset : 8 sectors
    State : clean
    Device UUID : 0f88a821:4c920fc6:c1f91cd3:f5fe0a2d

    Update Time : Mon Jul 1 16:53:50 2013
    Checksum : 7ca0de7c - correct
    Events : 30

    Layout : left-symmetric
    Chunk Size : 512K

    Device Role : Active device 1
    Array State : AAA ('A' == active, '.' == missing) 2
[root@raids aulianita]# mdadm /dev/md2 --assemble -u 4368ddb5:21c3fa07:f38c4222:56d3f76a
mdadm: /dev/md2 has been started with 2 drives (out of 3).
[root@raids aulianita]# mount /dev/md2 /media/raid5/
[root@raids aulianita]# ls /media/raid5/ 3
BAB 1.docx BAB 2.docx BAB 3.docx BAB 4.docx lost+found
```

Gambar 4. 32 Proses mengaktifkan kembali *device* RAID dan pengecekan data

Pada gambar diatas, salah satu disk array RAID 5 telah berhasil dilepas. Untuk mengaktifkan kembali *device* RAID maka diperlukan **Array UUID** yang ditandai dengan angka 1 pada gambar untuk langkah selanjutnya.

Proses mengaktifkan kembali *device* RAID telah berhasil yang ditandai dengan angka 2 pada gambar dan yang ditandai angka 3 pada gambar merupakan pembuktian bahwa data dapat diakses kembali. Hal ini dikarenakan RAID level 5 memang memiliki teknologi dalam mentoleransi kesalahan.

Tabel 4. 23 Rekap hasil Pengujian *Fault Tolerance* pada masing-masing level RAID

RAID	Fault Tolerance	
	Data dapat diakses	Data tidak dapat diakses
0		✓
1	✓	
5	✓	

4.3.4 Hasil keseluruhan pengujian

Sebelum memaparkan hasil dari keseluruhan pengujian, secara literatur pembahasan dari parameter pengujian adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 24 Data literatur pengujian

	RAID 0	RAID 1	RAID 5
Write	Kinerja menulis terbaik, dibanding disk tunggal.	Lambat dalam menulis, dibanding disk tunggal.	Sebandingkan dengan RAID 0, lebih lambat dalam penulisan disk tunggal dalam operasi yang lebih kecil dari ukuran stripe.
Read	Peforma membaca terbaik.	Peforma membaca meningkat.	Sebanding dengan RAID 0, dengan kurang 1 disk.
Number of Disk Failure	0	N-1	N-1

Tabel 4. 25 Rekap hasil seluruh pengujian pada masing-masing level RAID

		Chunk size	RAID					
			RAID 0		RAID 1		RAID 5	
			20 MB	100 MB	20 MB	100 MB	20 MB	100 MB
Speed Performance	Write speed	4 KB			✓	✓		
		8 KB			✓	✓		
		16 KB		✓	✓			
		32 KB					✓	✓
		64 KB	✓	✓				
		128 KB			✓			✓
		256 KB			✓	✓		
		512 KB				✓	✓	
		1024 KB			✓			✓
		2048 KB			✓			✓
		4096 KB			✓			✓
		8192 KB			✓	✓		
		16384 KB	✓			✓		
	Read speed	4 KB		✓			✓	
		8 KB	✓	✓				
		16 KB	✓	✓				
		32 KB	✓	✓				
		64 KB	✓			✓		
		128 KB	✓	✓				
		256 KB	✓	✓				
		512 KB	✓	✓				
		1024 KB	✓			✓		
		2048 KB		✓	✓			
		4096 KB	✓	✓				
		8192 KB		✓	✓			
		16384 KB		✓	✓			
Fault Tolerance	Data	Dapat diakses			✓		✓	
		Tidak dapat diakses	✓					

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis parameter *Write speed* dan *Read speed* pada masing-masing level RAID dengan variasi *Chunk size*, dan dua buah *file size* yang dapat ditarik kesimpulannya sebagai berikut:

1. Perbandingan berdasarkan level RAID dengan variasi *chunk size* berdasarkan *file size* :
 - a. Berdasarkan percobaan pada *file size* 20 MB diketahui RAID level 1 memberikan hasil paling optimal dalam parameter *write speed* dibandingkan dengan RAID level 0 dan 5. Sedangkan dalam parameter *read speed*, RAID level 0 memberikan hasil paling optimal dibandingkan RAID level 1 dan 5.
 - b. Berdasarkan percobaan pada *file size* 100 MB diketahui RAID level 1 memberikan hasil paling optimal dalam parameter *write speed* dibandingkan RAID level 0 dan 5 walaupun tidak terlalu signifikan perbedaan diantara masing-masingnya. Sedangkan dalam parameter *read speed*, RAID level 0 memberikan hasil paling optimal dibandingkan RAID level 1 dan 5.
 - c. Dari percobaan skenario *file size* 20 MB dan 100 MB, RAID level 1 memberikan hasil yang paling optimal pada parameter *write speed* dibanding RAID level 0 dan 5. Dan RAID level 0 memberikan hasil yang paling optimal pada parameter *read speed* dibandingkan RAID level 1 dan 5.
2. Perbandingan berdasarkan level RAID pada *chunk size* dengan variasi *file size*:
 - a. Berdasarkan pada masing-masing *chunk size*, dapat dilihat bahwa adanya perbedaan performa *write speed* dan *read speed* pada variasi *file size*.
 - b. Dalam parameter *write speed* di tiap *chunk size*, pada skenario *file size* 20 MB dapat dilihat bahwa masing-masing level RAID bekerja lebih optimal dibandingkan pada *file size* 100 MB. Sedangkan dalam

parameter *read speed*, masing-masing level RAID bekerja lebih optimal pada *file size* 100 MB dibanding pada *file size* 20 MB.

- c. RAID level 1 bekerja optimal di *chunk size* 4, 8, 256, dan 8192 KB pada kedua *file size* dalam parameter *write speed*.
 - d. RAID level 5 bekerja optimal di *chunk size* 32 KB pada kedua *file size* dalam parameter *write speed*.
 - e. RAID level 0 bekerja optimal pada *chunk size* 64 KB, pada kedua *file size* dalam parameter *write speed*. Dan dalam parameter *read speed* hampir pada seluruh *chunk size* RAID level 0 ini bekerja paling optimal pada kedua *file size*.
3. Percobaan parameter *fault tolerance*

Percobaan *fault tolerance* dilakukan dengan melepas sebuah *disk array member* dari tiap level RAID, lalu masing-masing level RAID tersebut diaktifkan kembali. Percobaan telah dilakukan dan hasilnya pada RAID level 0 data tidak dapat diakses lagi, dan pada RAID level 1 dan 5 data dapat diakses kembali.

Data literatur berbanding lurus terhadap hasil pengujian yang telah dipaparkan. Dengan adanya hasil pengujian seperti diatas, diharapkan dapat mempermudah para pengembang dalam memilih RAID level berapa dan *chunk size* yang sesuai untuk diintegrasikan dengan servis yang nantinya akan digunakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan serangkaian pengujian, kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Saat penulisan data, pada *file size* 20 MB lebih optimal dibanding dengan *file size* 100 MB pada masing-masing *chunk size*. Sedangkan saat pembacaan data, pada *file size* 100 MB lebih optimal dibanding dengan *file size* 20 MB.
2. Pada percobaan dengan parameter *fault tolerance*, data pada RAID level 0 tidak dapat diakses kembali setelah salah satu *disk array member* RAID dilepas, sedangkan pada RAID level 1 dan 5 data dapat diakses kembali.
3. Pengujian yang dilakukan dengan uji statistik memperkuat data yang disajikan dan hasil dari uji statistik sesuai dengan data yang dipaparkan.

5.2 Saran

Berdasarkan keterbatasan yang terjadi dalam penelitian ini, maka ada beberapa saran yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Pada penelitian ini hanya membahas tiga level RAID, yaitu RAID level 0, 1, dan level 5 dikarenakan keterbatasan *hardware*, dalam hal ini *harddisk*. Sebaiknya dari segi kebutuhan *hardware* dapat terpenuhi sehingga keseluruhan level RAID yang ada dapat diuji.
2. Pengujian dengan alat ukur berupa *benchmark tools* yang memiliki keterbatasan terhadap kemampuan mengukur pada ukuran *file size* 500 MB. Sebaiknya menggunakan alat ukur yang lebih menspesifikasikan *file size* yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

Vadala, Derek. 2002. *Managing RAID on Linux*. O'Reilly & Associates, Inc. United States of America.

S. Uyanto, Stanislaus. 2009. *Pedoman Analisis Data dengan SPSS*. Graha ilmu. Yogyakarta.

Widi, Rido. 2012. *Model Pengembangan Data Center menggunakan SAN, RAID dan Active Directory (Studi Kasus FTI)*. Skripsi, tidak diterbitkan. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

D. Norcott, William. 2013. *IoZone File System Benchmark.pdf*. [online]. (www.iozone.org/docs/IOzone_msword_98.pdf, diakses 8 Maret 2013).

TCPdump. 2013. *Removing RAID devices, How-to Remove RAID devices*. [Online]. (<http://www.tcpdump.com/kb/os/linux/removing-raid-devices.html>, diakses 16 juni 2013).

Archlinux. 2013. *RAID*. [Online]. (http://wiki.archlinux.org/index.php/RAID#Removing_device.2C_stop_using_the_array, diakses 16 juni 2013).

Gunadarma. 2013. *Bagian 6 Analisa Varian.pdf*. [Online]. (http://elearning.gunadarma.ac.id/docmodul/statistika2/bagian6_analisa_varian.pdf, diakses pada 17 Juni 2013).