MODUL 4 – DISTRIBUTED PROCESSING

1.1. Deskripsi Singkat

Pemrosesan Data Terdistribusi (*Distributed Data Processing*) merupakan suatu proses pemrosesan data di beberapa komputer dalam sistem terdistribusi. Proses ini memungkinkan data diproses lebih cepat dan lebih efisien karena beban kerja tersebar di banyak komputer. Data akan dibagi menjadi segmen-segmen kecil dan diproses secara paralel di beberapa node. Hasilnya kemudian digabungkan untuk menghasilkan output akhir. Apache Hadoop menawarkan keuntungan pemrosesan big data secara terdistribusi dengan adanya komponen MapReduce di dalamnya. MapReduce adalah *framework* perangkat lunak dan model pemrograman yang digunakan untuk memproses data dalam jumlah besar. Program MapReduce bekerja dalam dua fase, yaitu *Map* dan *Reduce*. Tugas *Map* berurusan dengan *splitting* dan *mapping* dari input data sedangkan tugas *Reduce* melakukan *shuffling* dan *reducing* terhadap data. Hadoop mampu menjalankan program MapReduce yang ditulis dalam bahasa Java, atau bahasa lain seperti Ruby, Python, dan C++ menggunakan Hadoop Streaming.

Pengenalan Hadoop versi 2 mengubah cara aplikasi MapReduce berjalan di sebuah cluster. Manajemen sumber daya cluster telah dipindahkan dari MapReduce ke YARN, sehingga memungkinkan aplikasi lain memanfaatkan YARN dan Hadoop. Dengan YARN, banyak aplikasi dapat dijalankan di Hadoop, semuanya berbagi manajemen sumber daya yang sama.

1.2. Tujuan Praktikum

Sebelum melakukan praktikum, mahasiswa diasumsikan telah memiliki pengetahuan pemograman Java dan dasar perintah di Linux OS. Setelah praktikum pada modul 4 ini diharapkan mahasiswa mempunyai kompetensi dapat membuat program MapReduce sederhana dan mengeksekusi Job tersebut di Hadoop.

1.3. Material Praktikum

Pada kegiatan modul 5 diperlukan beberapa material, yaitu:

1) Internet Browser (direkomendasikan Google Chrome) atau MobaXterm untuk mengakses sistem Hadoop
2) HDP yang telah terinstal pada VirtualBox dan dapat diakses

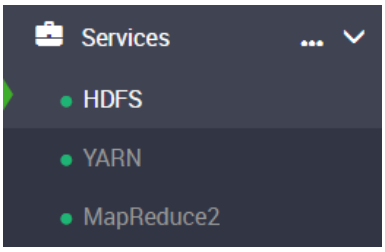
3) IDE pemrograman Java (jika diperlukan)
4) Input data untuk MapReduce (booth.txt) dan input data penugasan (salaryinfo.txt)
5) File program Java (WordCount.java)

1.4. Kegiatan Praktikum

A. Persiapan

Sebelum membuat dan menjalankan Job MapReduce, kita memastikan bahwa Hortonworks Data Platform (HDP) Sandbox telah berjalan dan dapat diakses.

1. Pada VirtualBox, lakukan start pada HDP Sandbox
2. Pastikan services berikut ini telah berstatus *started* (dapat dilihat di Ambari). MapReduce membutuhkan services yaitu
   - HDFS
   - MapReduce2

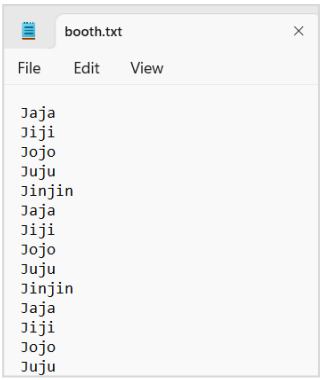


3. Untuk kegiatan praktikum ini kita akan menggunakan user **root**, kita dapat mengakses terminal SSH sistem HDP Sandbox menggunakan MobaXterm (Remote host 127.0.0.1 dan port 2222) atau di web browser http://localhost:4200
4. Kita buat folder di dalam folder `/root`, kita beri nama `tpdmr` untuk menyimpan program java dan file input data

```
# mkdir tpdmr
```

B. Studi Kasus: Word Count

Pada studi kasus ini, kita akan membuat suatu aplikasi untuk menghitung hasil voting dari data sebagai berikut. Dari data tersebut kita dapat mengimplementasikan aplikasi MapReduce untuk menghitung jumlah kata.



1. Buat file program Java yang terdiri dari Class Map dan Reduce serta fungsi utama main() yang akan kita gunakan untuk menghitung jumlah kata (Word Count), misal kita beri nama **WordCount.java** (Class Map dan Class Reduce dapat disimpan dalam file .java terpisah)

```
//Standard Java imports
import java.io.IOException;
import java.util.Iterator;
import java.util.regex.Matcher;
import java.util.regex.Pattern;
import java.util.StringTokenizer;

//Hadoop imports
import org.apache.hadoop.fs.Path;
import org.apache.hadoop.io.IntWritable;
import org.apache.hadoop.io.LongWritable;
import org.apache.hadoop.io.Text;
import org.apache.hadoop.mapred.FileInputFormat;
import org.apache.hadoop.mapred.FileOutputFormat;
import org.apache.hadoop.mapred.JobClient;
import org.apache.hadoop.mapred.JobConf;
import org.apache.hadoop.mapred.MapReduceBase;
import org.apache.hadoop.mapred.Mapper;
import org.apache.hadoop.mapred.OutputCollector;
import org.apache.hadoop.mapred.Reducer;
import org.apache.hadoop.mapred.Reporter;
import org.apache.hadoop.mapred.TextInputFormat;
import org.apache.hadoop.mapred.TextOutputFormat;


public class WordCount
{
   //The Mapper
   public static class Map extends MapReduceBase implements
Mapper<LongWritable, Text, Text, IntWritable>
   {
      private static final IntWritable accumulator = new
IntWritable(1);
      private Text word = new Text();

      public void map(LongWritable key, Text value,
OutputCollector<Text, IntWritable> collector, Reporter reporter)
throws IOException
      {
         String line = value.toString();
```

```
            StringTokenizer tokenizer = new StringTokenizer(line);
            while (tokenizer.hasMoreTokens()){
               word.set(tokenizer.nextToken());
               collector.collect(word, accumulator);
            }
         }
      }

      //The Reducer
      public static class Reduce extends MapReduceBase implements
Reducer<Text, IntWritable, Text, IntWritable>
      {
         public void reduce(Text key, Iterator<IntWritable> values,
OutputCollector<Text, IntWritable> collector, Reporter reporter)
throws IOException
         {
            int count = 0;

            //code to aggregate the occurrence
            while(values.hasNext())
            {
               count += values.next().get();
            }
            System.out.println(key + "\t" + count);

            collector.collect(key, new IntWritable(count));
         }
      }

      //The java main method to execute the MapReduce job
      public static void main(String[] args) throws Exception
      {
         //Code to create a new Job specifying the MapReduce class
         final JobConf conf = new JobConf(WordCount.class);
         conf.setOutputKeyClass(Text.class);
         conf.setOutputValueClass(IntWritable.class);
         conf.setMapperClass(Map.class);
         // Combiner is commented out - to be used in bonus activity
         //conf.setCombinerClass(Reduce.class);
         conf.setReducerClass(Reduce.class);
         conf.setInputFormat(TextInputFormat.class);
         conf.setOutputFormat(TextOutputFormat.class);
         //File Input argument passed as a command line argument
         FileInputFormat.setInputPaths(conf, new Path(args[0]));
         //File Output argument passed as a command line argument
         FileOutputFormat.setOutputPath(conf, new Path(args[1]));
         //statement to execute the job
         JobClient.runJob(conf);
      }
}
```

2. Pada Class Map kita akan membaca sebuah input data bertipe `Text` dan kita akan membaca setiap kata dari input data tersebut menggunakan `StringTokenizer`. Hasilnya disimpan dalam output `collector` yang merupakan pasangan `<key:kata,value:jumlah>`.

3. Upload file program Java yaitu **WordCount.java** ke folder `root/tpdmr` yang telah kita buat sebelumnya. Jika lebih dari satu file program, maka upload semuanya.
4. Kita dapat *view* atau *edit* file tersebut menggunakan UNIX vi editor. Masuk ke folder `root/tpdmr` dan jalankan perintah:

```
# vi WordCount.java
```

Ketik `:q` untuk keluar atau `:wq` untuk menyimpan perubahan dan keluar.

5. *Compile* Java file dengan perintah sebagai berikut (pastikan *working directory* ada di folder dimana file program Java berada).

```
# javac -classpath /usr/hdp/3.0.1.0-187/hadoop/hadoop-common-3.1.1.3.0.1.0-187.jar:/usr/hdp/3.0.1.0-187/hadoop-mapreduce/hadoop-mapreduce-client-core-3.1.1.3.0.1.0-187.jar:/usr/hdp/3.0.1.0-187/hadoop-mapreduce/hadoop-mapreduce-client-common-3.1.1.3.0.1.0-187.jar WordCount.java
```

Sesuaikan PATH untuk file hadoop-common-*.jar, hadoop-mapreduce-client-core-*.jar, dan hadoop-mapreduce-client-common-*.jar. (di Hadoop versi sebelumnya, hanya dibutuhkan satu file Hadoop-core-*.jar untuk meng-*compile*)
Setelah berhasil dijalankan, jika kita lihat dalam folder tersebut, akan terbentuk file Class Java.

```
# ll
```

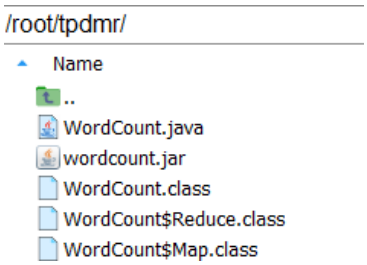
```
[root@sandbox-hdp tpdmr]# javac -classpath /usr/hdp/3.0.1.0-187/hadoop/hadoop-common-3.1.1.3.0.1.0-187.jar:/usr/hdp/3.0.1.0-187/hadoop-mapreduce/hadoop-mapreduce-client-core-3.1.1.3.0.1.0-187.jar:/usr/hdp/3.0.1.0-187/hadoop-mapreduce/hadoop-mapreduce-client-common-3.1.1.3.0.1.0-187.jar WordCount.java
[root@sandbox-hdp tpdmr]# ll
total 20
-rw-r--r-- 1 root root 1417 Feb 15 01:47 WordCount.class
-rw-r--r-- 1 root root 3274 Feb 15 01:42 wordcount.jar
-rw-r--r-- 1 root root 3270 Feb 15 01:39 WordCount.java
-rw-r--r-- 1 root root 2396 Feb 15 01:47 WordCount$Map.class
-rw-r--r-- 1 root root 2007 Feb 15 01:47 WordCount$Reduce.class
```

6. Kemudian kita buat JAR file kita beri nama **wordcount.jar** dari file Class tersebut

```
# jar -cvf wordcount.jar *.class
```

```
[root@sandbox-hdp tpdmr]# jar -cvf wordcount.jar *.class
added manifest
adding: WordCount.class(in = 1417) (out= 691)(deflated 51%)
adding: WordCount$Map.class(in = 2396) (out= 1036)(deflated 56%)
adding: WordCount$Reduce.class(in = 2007) (out= 817)(deflated 59%)
```

Dari perintah tersebut akan terbentuk **wordcount.jar** yang akan kita gunakan sebagai program aplikasi MapReduce.



7. Setelah program selesai disiapkan. Kita buat folder HDFS baru di dalam folder root untuk menyimpan seluruh input data untuk Job MapReduce.

```
# hdfs dfs -mkdir input/
```

8. Upload input data yang akan kita gunakan (booth.txt) ke sistem local dan transfer menjadi HDFS.

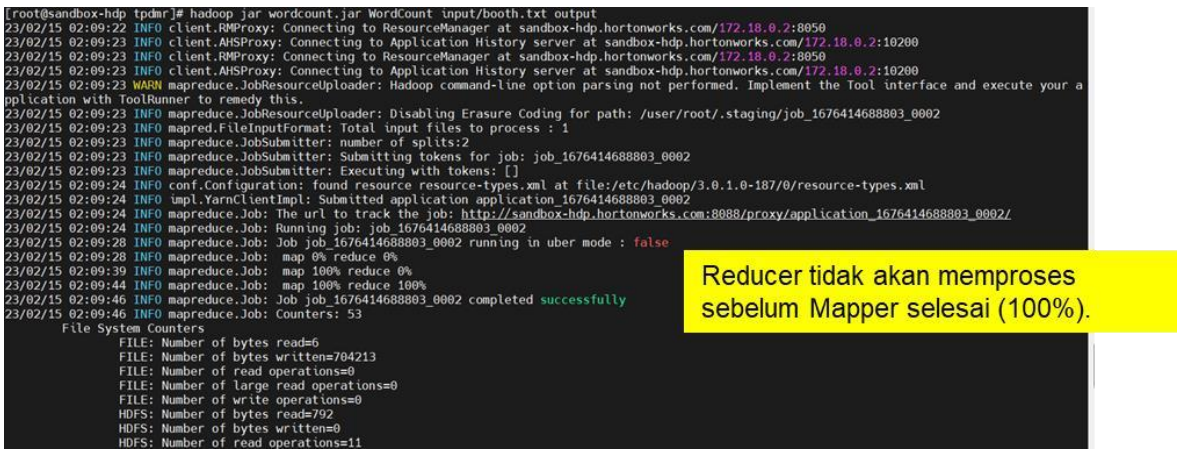
```
# hdfs dfs -copyFromLocal booth.txt input/
```

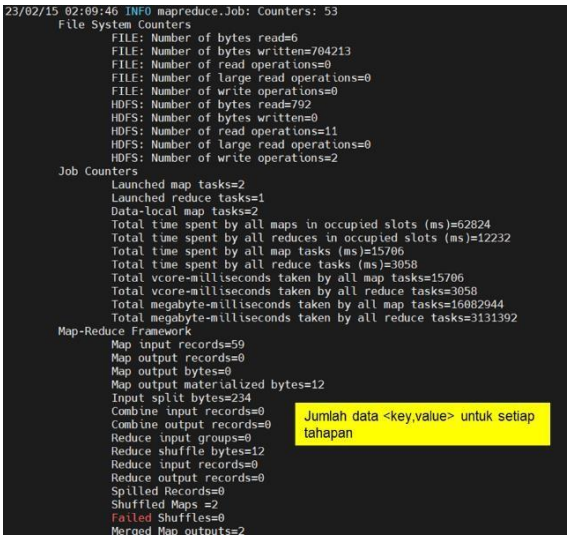
9. Dalam folder dimana JAR file berada, jalankan Job MapReduce menggunakan perintah:

```
# hadoop jar wordcount.jar WordCount input/booth.txt output
```

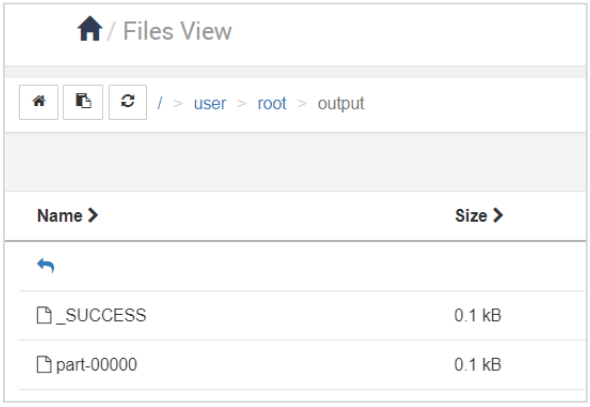
Dimana `wordcount.jar` merupakan JAR yang akan kita jalankan, `WordCount` merupakan nama Class utama, `input/booth.txt` merupakan input data, dan `output` merupakan folder output.

Perhatikan log dari MapReduce:





10. Ouput dari Job MapReduce dapat dilihat di folder output.



Kita jalankan perintah berikut untuk membaca file HDFS `part-00000`.

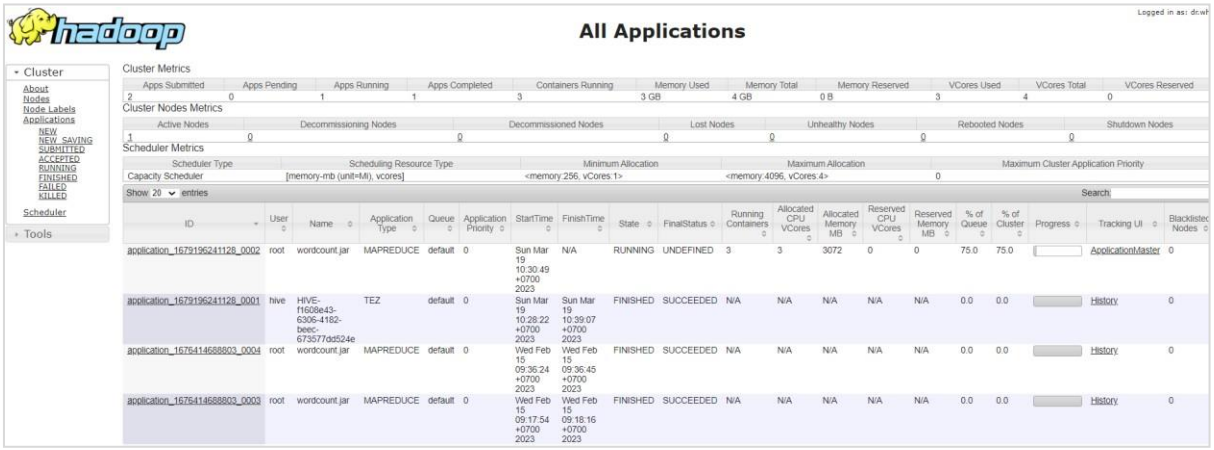
```
# hdfs dfs -cat output/part-00000
```

```
[root@sandbox-hdp tpdmr]# hdfs dfs -cat output/part-00000
Jaja    12
Jiji    11
Jinjin  10
Jojo    16
Juju    10
```

11. Jika akan menjalankan Job MapReduce baru, silakan hapus folder output atau mendefinisikan folder yang berbeda ketika menjalankan Job tersebut.

```
# hdfs dfs -rm -r output
```

12. Monitoring Jobs yang sedang berjalan pada cluster dapat diakses di http://localhost:8088/cluster/apps



1.5. Penugasan

Kerjakan sesuai dengan yang dijelaskan pada bagian Kegiatan Praktikum dan kerjakan tugas praktikum sebagai berikut:

Buat sebuah program Java untuk Job MapReduce yang digunakan untuk menghitung maximum salary untuk setiap negara dari data berikut:

```
empID,country,salary
100,GM,35440
101,ZM,30205
102,PW,39788
103,EE,11679
104,IR,21978
105,IE,15959
106,KY,21986
107,IM,30461
108,KN,32668
109,US,22245
110,BB,37846
...
```

Submit program java dan screenshot hasil dari menjalankan Job tersebut pada data salaryinfo.txt

Hints:

- Edit file program WordCount.java (boleh ganti nama-nama Class-nya)
- Sesuaikan Class Map dengan mengambil kolom kedua sebagai key. Pada fungsi map(), split setiap string value baris. Output dari Class Map adalah key-nya ambil hasil split kedua, value-nya ambil split ketiga.
- Sesuaikan Class Reduce dengan mengubah fungsi reduce(). Gunakan fungsi Math.max(a,b) untuk mendapatkan nilai salary maksimum untuk setiap key (negara).